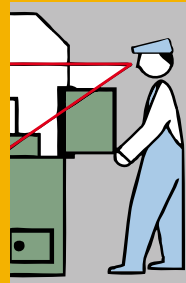




# 42



# Ergonomie-Lehrmodule

für die Ausbildung von Konstrukteuren

# Entwicklung von Lehrmodulen für die Berücksichtigung ergonomischer Aspekte in der Ausbildung von Konstrukteuren

---

KAN-Bericht 42



Verein zur  
Förderung der  
Arbeitssicherheit  
in Europa

Das Projekt „Kommission Arbeitsschutz und Normung“ wird finanziell durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) gefördert.

Autor	Prof. Dr.-Ing. Torsten Merkel (Westfälische Hochschule Zwickau)  in Zusammenarbeit mit: Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder (TU Dresden) Dr.-Ing. Christiane Kamusella (TU Dresden) Dr.-Ing. Katrin Höhn (TU Dresden) Dipl.-Ing. Silke Paritschkow (TU Dresden) Dipl.-Ing. Horst Böhmer (Westfälische Hochschule Zwickau) Dr. rer. nat. Rolf Ellegast (BGIA, Sankt Augustin) Dr.-Ing. Wolfgang Schultetus (Köln)
Herausgeber	Verein zur Förderung der Arbeitssicherheit in Europa e.V. (VFA)
Redaktion	Dr. Anja Vomberg Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) – Geschäftsstelle – Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin Telefon (0 22 41) 2 31-3454 Telefax (0 22 41) 2 31-3464 E-Mail: <a href="mailto:info@kan.de">info@kan.de</a> Internet: <a href="http://www.kan.de">www.kan.de</a>
Titelbilder	KAN-Studie „Ergonomie-Lehrmodule“
Gesamtherstellung	Medienhaus Plump GmbH, Rheinbreitbach
ISBN	978-3-88383-911-0  Juli 2008

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zu diesem Bericht</b>	5
Hintergrund	5
Ziel der Studie	5
Zusammenfassung	6
Empfehlungen	8
<b>About this report</b>	11
Background	11
Aim of the study	11
Summary	12
Recommendations	14
<b>À ce propos</b>	17
Contexte	17
Objectif de l'étude	17
Résumé	18
Recommandations	21
1 Einleitung	23
2 Ausgangssituation	24
3 Zielsetzung	25
4 Vorgehensweise	25
5 Ergebnisse	26
6 Erprobung, Optimierung und Transfer der Ergebnisse	31
7 Zielgruppen und Einsatzmöglichkeiten	32
8 Zusammenfassung	33
<b>Ergonomie-Lehrmodule</b>	35
Beschreibung Modul 1	36
Folien Modul 1	38
Beschreibung Modul 2	47
Folien Modul 2	52

Beschreibung Modul 3 . . . . .	81
Folien Modul 3 . . . . .	85
Beschreibung Modul 4 . . . . .	117
Folien Modul 4 . . . . .	121
Beschreibung Modul 5 . . . . .	137
Folien Modul 5 . . . . .	140

# Zu diesem Bericht

Die Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) wurde 1994 eingerichtet, um die Belange des deutschen Arbeitsschutzes vor allem in der Europäischen Normung geltend zu machen. Sie setzt sich zusammen aus Vertretern der Sozialpartner (Arbeitgeber, Arbeitnehmer), des Staates (Bund, Länder), der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) und des DIN (Deutsches Institut für Normung). Die KAN hat u. a. die Aufgabe, die öffentlichen Interessen im Arbeitsschutz zu bündeln und mit Stellungnahmen auf laufende oder geplante Normungsvorhaben Einfluss zu nehmen.

Zur Analyse von arbeitsschutzrelevanten Sachverhalten in der Normung und zur Ermittlung des Verbesserungsbedarfs in der Normungsarbeit vergibt die KAN u. a. Studien und Gutachten.

## Hintergrund

Die Gestaltung von Produkten im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit kann durch die Anwendung von Normen aus dem Bereich der Ergonomie verbessert werden. Damit die Normen aus diesem Bereich in stärkerem Maß als bisher bei der Konstruktion angewendet werden, muss der Wissenstransfer bezüglich der Existenz und der Inhalte dieser Normen in die Ausbildung von Ingenieuren bzw. Konstrukteuren verstärkt werden.

In Beratungen mit Hochschullehrern der Fachrichtung Konstruktionslehre wurde deutlich, dass bisher der Aspekt der Ergonomie in der Ausbildung von Ingenieuren und insbesondere von Konstrukteuren nur am Rande behandelt wird bzw. entsprechende Veranstaltungen nur optional angeboten werden. Die Erarbeitung eines Vorlesungsmoduls (gegebenenfalls auf der Basis einer E-Learning-Plattform) durch Experten der Ergonomie und Konstruktionslehre könnte hier Abhilfe schaffen. Durch Zusammenstellung und Aufbereitung der breit gefächerten Inhalte könnte auch die Bereitschaft gefördert werden, diese Aspekte in den Vorlesungsstoff aufzunehmen.

## Ziel der Studie

Ziel der Studie war die Bereitstellung von Vorlesungsmodulen mit Informationen zu Ergonomie und Ergonomie-Normung. Professoren und/oder Studenten sollen durch das erarbeitete Lehrmaterial die Möglichkeit erhalten, sich mit dem notwendigen Wissen zur Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen unter Beachtung der Grundsätze der Ergonomie auszustatten. Die Module sollen Lösungen für Probleme aufzeigen, die auftreten können, wenn bei der Konstruktion ergonomische Aspekte nicht beachtet werden. Der Inhalt muss so aufbereitet sein, dass auch der Nutzen der Implementierung von ergonomischen Erkenntnissen verdeutlicht wird.

# Zu diesem Bericht

Die KAN dankt den Verfassern (Professor Dr.-Ing. Torsten Merkel, Forschungs- und Transferzentrum e.V. an der Westsächsischen Hochschule Zwickau, und Professor Dr.-Ing. Martin Schmauder, TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Arbeitsingenieurwesen, sowie Dr. Ellegast, BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V., und Dr. Schultetus, Köln) für die Durchführung des Projekts und die Erarbeitung der Module und des Berichts sowie den folgenden Experten für die Begleitung und die Unterstützung bei der Auswertung der Arbeit:

Dr. Claus Backhaus, Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen, Hamburg

Dr. Friedrich Bader, Universität Oldenburg  
Ulrich Bamberg, KAN-Geschäftsstelle – Arbeitnehmerbüro

Norbert Breutmann, Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände e.V. – BDA (Leiter der Stabsstelle Arbeitswissenschaft), Berlin

Stefan Krebs, DIN, Berlin

Dr.-Ing. Joachim Lambert, Leiter der KAN-Geschäftsstelle

Dr. Heiner Müller-Arnecke, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA, Dortmund

Bernd Müller-Dohm, FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven

Eckhard Metze, KAN-Geschäftsstelle – Arbeitgeberbüro

Prof. Dr.-Ing. Jörg Tannenhauer, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, Dresden

Dr. Anja Vomberg, KAN-Geschäftsstelle

Dr. Hanna Zieschang, Institut Arbeit und Gesundheit der DGUV (BGAG)

## Zusammenfassung

### Bedarfsanalyse

Zu Beginn des Projekts wurden Lehrende im Bereich Konstruktion befragt, in welchem Maße die Ergonomie in die eigene Lehre eingebunden ist und welche Wünsche in Bezug auf dieses Fach bestehen. Hieraus ergaben sich grundlegende Anhaltspunkte:

- ▷ Ergonomie ist wichtig, wird aber momentan kaum behandelt, weil für die Konstruktionslehre an sich schon wenig Lehrzeit zur Verfügung steht.
- ▷ Mit der Einführung der modularisierten Bachelor-Studiengänge können die Dozenten selbst über die Integration von Querschnittsthemen wie der Ergonomie entscheiden.
- ▷ Es besteht großes Interesse an externen Lehrunterlagen, z.B. als aufbereitete Vorlesungsunterlagen im Umfang von 5 bis 30 Minuten. Auch Selbstlernmodule mit weiterführenden Übungen werden für sinnvoll erachtet.

## Vorgehensweise

Die Ergebnisse der Bedarfsanalyse sprachen für eine modulare Struktur der Unterrichtsmaterialien. Jedes Modul sollte wiederum in kurze Untereinheiten unterteilbar sein. Die Lehrmodule müssen den Lehrenden und Studierenden einen einfachen Zugang zu ergonomischen Erkenntnissen ermöglichen. Deshalb bot es sich an, die Inhalte in folgenden Schritten zu vermitteln:

1. Eine Einführung sensibilisiert für Fragestellungen der Ergonomie und verdeutlicht den Nutzen der Ergonomie.
2. In einem zweiten Schritt werden erforderliche Fachinhalte der Ergonomie vermittelt.
3. In einem dritten Schritt dient ein komplexes Anwendungsbeispiel zur Veranschaulichung der Erkenntnisse.

Da die Lehrinhalte in der Regel von Dozenten vermittelt werden sollen, die keine arbeitswissenschaftlichen bzw. ergonomischen Experten sind, sondern Fachleute im Maschinenbau und der Konstruktion, mussten die Materialien entsprechend für diese Nutzergruppe aufbereitet werden. Im Ergebnis dieser Aufbereitung entstanden:

- ▷ Modulbeschreibungen zur Orientierung für den Dozenten
- ▷ Powerpointpräsentationen mit Dozentenleitfäden

- ▷ Arbeitsmaterialien mit Literaturhinweisen, Übungsbeispielen mit Lösungen und Prüfungsaufgaben

Eine Hinweisdatei für den Dozenten enthält eine Handlungsanleitung für die Benutzung der erarbeiteten Materialien. Gleichzeitig werden Hinweise zur Vergabe von Credits im Rahmen des europäischen Systems ECTS (European Credit Transfer System) gegeben.

Um eine Eingrenzung der Breite denkbarer ergonomischer Gestaltungsansätze zu ermöglichen, erfolgte eine Konzentration der Lehrinhalte auf den Schwerpunkt Maschinen- und Anlagenbau.

## Ergebnisse

Das ergonomische Fachwissen wurde unter Einbeziehung von Good-Practice-Beispielen in fünf Modulen didaktisch aufgearbeitet. Der Gesamtumfang beträgt fünf Doppelstunden. Die Lehrmodule liegen als Powerpoint-Präsentationen vor. Die Struktur sieht folgendermaßen aus:

- ▷ Modul 1 als Einführungsmodul zur Anwendung und dem Nutzen von Ergonomie, zu rechtlichen und normativen Grundlagen und zum prinzipiellen Vorgehen.
- ▷ Module 2 bis 4 mit ergonomischen Fachinhalten zu anthropometrischen und biomechanischen Aspekten, zu Arbeitsumgebungsfaktoren und zur in-



# Zu diesem Bericht

formationstechnischen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle

- ▷ Modul 5 als Übungsmodul zur zielgruppengerechten Produktgestaltung anhand eines Komplexbeispiels.

Das Lehrkonzept wird durch eine Sammlung anschaulicher Vorher- und Nachher-Beispiele ergänzt (Video-, Foto- und Textbeispiele). Alle Module enthalten Listen mit Normenverweisen zum behandelten Thema. Weiterhin werden Prüfungsfragen und Übungsaufgaben mit Lösungen angeboten.

In ersten Tests stießen die Lehrmodule auf eine positive Resonanz. Eine weitere Auswertung ist nach einer breiteren Nutzung der Materialien im Sommersemester 2008 vorgesehen.

## Künftige Nutzung

Ab Ende 2008 sollen die Lehrunterlagen kostenlos im Internet unter [www.kan.de](http://www.kan.de) zur Verfügung stehen.

Parallel dazu wird ein Konzept entwickelt, wie die Module wirkungsvoll in die Lehre eingebracht werden können. Denkbar ist der gezielte Versand einer Broschüre mit beigelegter CD an die entsprechenden Lehrstühle. Der Ausbau der Module für den Einsatz im E-Learning wäre ein weiterer Weg, um eine möglichst breite Nutzung zu erzielen. Von einem solchen Angebot würden nicht nur Studenten, sondern auch

andere Interessenten (z. B. Normungsexperten und Konstrukteure) profitieren.

## Fazit

Die Lehrmodule bieten in verständlicher Form Wissen aus dem Bereich der Ergonomie und der Ergonomie-Normung (insbesondere für die Ausbildung im Maschinen- und Anlagenbau) und erlauben ein auf den Unterrichtsstoff angepasstes Herauslösen von Teilinhalten der Ergonomie.

Die Lehrunterlagen sollen kostenfrei angeboten werden und bilden eine gute Grundlage für die Nutzung durch weitere Nutzergruppen.

## Empfehlungen

Die folgenden Empfehlungen wurden im April 2008 von der KAN verabschiedet. Sie basieren auf den Diskussionsergebnissen der Arbeitsgruppe, die die Erarbeitung der Studie begleitet hat.

### Empfehlungen an die KAN-Geschäftsstelle

1. Die KAN-Geschäftsstelle wird gebeten, die Lehrmodule auf der KAN-Homepage verfügbar zu machen. Außerdem sollen die Module im Bildungsportal Sachsen<sup>1</sup> zugänglich gemacht werden.

---

<sup>1</sup> Das Bildungsportal Sachsen ist eine gemeinsame E-Learning-Initiative sächsischer Hochschulen, zugänglich unter <https://bildungsportal.sachsen.de>

Eine Aktualisierung sollte etwa alle zwei Jahre erfolgen.

2. Die KAN-Geschäftsstelle wird gebeten, ein Konzept zu entwickeln, wie die Module aktiv verbreitet und wirkungsvoll in die Lehre eingebracht werden können. Ein Schritt ist der gezielte Versand einer Broschüre mit beigelegter CD an die relevanten Lehrstühle. In diesem Zusammenhang sollten Möglichkeiten geschaffen werden, dass die Nutzer Rückmeldungen zu den Modulen geben können.
3. Die KAN-Geschäftsstelle wird gebeten zu prüfen, mit welchem Aufwand die erarbeiteten Module in eine Version für E-Learning überführt werden können. Weiterhin sollen die Nutzungsmöglichkeiten für weitere Kreise (Normungsexperten, fertige Konstrukteure, technische Aufsichtsbeamte usw.) geprüft werden.
4. Die KAN-Geschäftsstelle wird gebeten, den Bedarf für eine englische Version der Lehrmodule zur Nutzung durch Normungsexperten zu ermitteln.

5. Die KAN-Geschäftsstelle wird gebeten, die Module und deren Nutzen in geeigneter Form (Vorstellung in Printmedien und im Rahmen von Tagungen und Kongressen) bekannt zu machen.

### **Empfehlungen an alle in der KAN vertretenen Kreise**

6. Alle in der KAN vertretenen Kreise werden gebeten, die Resultate und Möglichkeiten dieser Studie bekannt zu machen.

### **Empfehlungen an das DIN**

7. Das DIN wird gebeten, die Resultate der vorliegenden Studie in den betroffenen Normenausschüssen bekannt zu machen. Außerdem wird das DIN gebeten zu prüfen, ob es in seinen Publikationen auf die Lehrmodule hinweisen kann.

### **Empfehlungen an die BAuA**

8. Die BAuA wird gebeten zu prüfen, ob die Lehrmodule in laufende oder geplante Studien der BAuA einbezogen werden können.



# About this report

KAN, the Commission for Occupational Health and Safety and Standardization, was founded in 1994 in order to promote German occupational safety and health interests, particularly in the area of European standardization. KAN comprises representatives from the social partners (employers and employees), the state (German national and regional governments), the German Social Accident Insurance (DGUV), and the German Institute for Standardization (DIN). Among KAN's tasks is that of focusing public interest in occupational safety and health and of exerting influence upon current or planned standardization projects by the issuing of comments.

KAN commissions studies and reports in order to analyse issues of relevance to OSH and to identify scope for improvement in standardization activity.

## Background

Ergonomics standards can help designers improve the safety and health aspects of products. To increase the extent to which they are applied in the design process, engineers' and designers' training needs to incorporate more transfer of knowledge regarding the existence and content of such standards.

Talks with university lecturers in design indicated that ergonomics either only plays

a marginal role in the training of engineers and, in particular, designers or is only offered as an option. A set of lecture modules (perhaps based on an e-learning platform) developed by ergonomics and design experts could be of help. By bringing together and tailoring the wide range of information on this subject, it might also prove possible to increase universities' willingness to include such aspects in the curriculum.

## Aim of the study

The aim of the study was to produce lecture modules on ergonomics and ergonomics standardization that would enable lecturers and/or students to acquire the knowledge necessary to design products and workplaces in line with ergonomic principles. The modules are intended to present solutions for problems that can occur if designers fail to take ergonomic aspects into consideration. The content of the modules needs to be presented in a tailored way that includes a clear description of the benefits of implementing ergonomic findings.

KAN would like to thank the authors (Professor Dr.-Ing. Torsten Merkel from the Forschungs- und Transferzentrum e.V. (Research and Transfer Centre) at the Westsächsische Hochschule Zwickau (West Saxon University of Applied Sciences of Zwickau), Professor Dr.-Ing. Martin Schmauder from the Institute of technical logistics and

# About this report

work science, Faculty of Mechanical Engineering, at Dresden Technical University, Dr Ellegast from the Institute for Occupational Safety and Health (BGIA) and Dr Schultetus, Cologne) for conducting the project, developing the modules and preparing the report. KAN also wishes to thank the following experts for their assistance and support in the evaluation of the work carried out:

- ▷ Dr Claus Backhaus, BG für Fahrzeughaltungen (institution for statutory accident insurance and prevention in the vehicle-operating trades), Hamburg
- ▷ Dr Friedrich Bader, University of Oldenburg
- ▷ Ulrich Bamberg, KAN Secretariat, Employees' Liaison Office
- ▷ Norbert Breutmann, Head of the Human Factors Engineering Department, Confederation of German Employers' Associations (BDA), Berlin
- ▷ Stefan Krebs, DIN, Berlin
- ▷ Dr.-Ing. Joachim Lambert, Manager of the KAN Secretariat
- ▷ Dr Heiner Müller-Arnecke, Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA), Dortmund
- ▷ Bernd Müller-Dohm, University of Applied Sciences Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven
- ▷ Eckhard Metze, KAN Secretariat, Employees' Liaison Office

- ▷ Prof. Dr.-Ing. Jörg Tannenhauer, Saxon State Ministry for Economic Affairs and Labour, Dresden
- ▷ Dr Anja Vomberg, KAN Secretariat
- ▷ Dr Hanna Zieschang, Institute Work and Health (BGAG) of the DGUV

## Summary

### Requirements analysis

The project began by asking design lecturers how much ergonomics content was included in their teaching and what requirements they had with regard to the subject. This survey produced the following feedback:

- ▷ ergonomics is important but it is hardly dealt with at the moment since there is already little time for design lectures as it is;
- ▷ the introduction of modularised Bachelor programmes means that lecturers can decide for themselves which interdisciplinary subjects (such as ergonomics) they wish to integrate; and
- ▷ there is substantial interest in having teaching documents written by external experts, e.g. in the form of tailored lecture notes for five to 30 minutes' worth of teaching. It is also felt that self-study modules with additional exercises would be useful.

## Method

The results of the requirements analysis indicated that the teaching materials should have a structure based on modules that could each be broken down into short sub-units. The modules must present ergonomics information in a manner that lecturers and students can easily comprehend. It thus seemed appropriate to divide the content into the following phases:

1. An introduction to create awareness of ergonomics issues and the benefits of an ergonomic approach
2. A second phase to teach the required specialist ergonomics knowledge
3. A third phase with a complex example to demonstrate how that knowledge is put to use in practice

Since the subject matter will mostly be taught by lecturers who are experts in mechanical engineering or design, not human factors engineering or ergonomics, the materials had to be tailored to their needs. This process produced the following:

- ▷ module descriptions for the lecturers,
- ▷ PowerPoint presentations including lecturer's notes and
- ▷ work materials, including reading lists, exercises (with answers) and examination questions.

There is a "How to" file for lecturers with instructions on how to use the materials and

information on awarding credits within the European Credit Transfer System (ECTS).

In order to narrow down the range of possible approaches to ergonomic design, the module content concentrates on mechanical engineering and plant engineering.

## Results

The specialist ergonomics knowledge was presented in line with the specific educational purposes, in five modules. Examples of good practice have also been included. In total, the modules cover five 1.5-hour lessons. The lecture modules are in the form of PowerPoint presentations and are structured as follows:

- ▷ Module 1, which gives an introduction to how ergonomics principles are applied, the benefits of such principles, underlying legislation and standards and basic procedures
- ▷ Modules 2 to 4, which contain specialist ergonomic information on anthropometric and biomechanical aspects, work-environment factors and the design of human/machine interfaces in IT
- ▷ Module 5, which provides a complex example to demonstrate product-design approaches for the specific target group in question

The modules are backed up by a collection of examples (in video, photo and text form) that give a very clear idea of the before and

# About this report

after situations. All of the modules contain lists of standards related to the subject covered. Examination questions and exercises, including answers, are also provided.

In the preliminary tests, the modules received a positive response. Further evaluation is planned once the materials have been in more widespread use during the summer term 2008.

## Future use

The intention is to make the materials available on the internet ([www.kan.de/en](http://www.kan.de/en)) free of charge from around the end of 2008.

In addition, a strategy will be developed for integrating the modules into training in an effective manner. One possible approach would be to send a brochure with an enclosed CD to the relevant faculties. Developing the modules for use in e-learning would be another way of expanding their uptake and would benefit not only students, but also other interested persons (e.g. standardization experts or designers).

## Conclusion

The modules present knowledge from the field of ergonomics and ergonomics standardization in a comprehensible form (tailored for training in mechanical engineering and plant engineering) and enable parts of it to be picked out and focused on in line with what is being covered in lectures.

The materials are to be offered for free and provide a good basis for use by other user groups.

## Recommendations

The following recommendations were adopted by KAN in April 2008. They are based on the results of the discussions in the working group that assisted in the study.

### Recommendations to the KAN Secretariat

1. It is requested that the KAN Secretariat make the lecture modules available on the KAN website. They are also to be made available on the “Bildungsportal Sachsen”<sup>1</sup> portal. They should be updated approximately every two years.
2. It is requested that the KAN Secretariat develop a strategy to actively promote widespread use of the modules and their effective integration into training. One step will be to send a brochure with an enclosed CD to the relevant faculties. In this connection, measures should be taken to ensure that users can give feedback on the modules.
3. It is requested that the KAN Secretariat investigate how much effort would be

---

1 The Bildungsportal Sachsen is a joint e-learning initiative of Saxon universities, available at <https://bildungsportal.sachsen.de>

involved in converting the modules into an e-learning version. The possibilities for use by other groups (standardization experts, graduated designers, technical inspectors, etc.) should also be assessed.

4. It is requested that the KAN Secretariat identify the need for an English version of the modules for use by standardization experts.
5. It is requested that the KAN Secretariat publicise the modules and their benefits in a suitable form (presentation in print media and at conferences and congresses).

#### **Recommendations to all groups represented on the KAN commission**

6. It is requested that all groups represented on the KAN commission publicise the results of and possibilities offered by this study.

#### **Recommendations to DIN**

7. It is requested that DIN publicise the results of this study in the relevant standards committees. It is also requested that DIN investigate whether there is a possibility for the modules to be mentioned in its publications.

#### **Recommendations to the Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA)**

8. It is requested that BAuA investigate whether the modules can be integrated into ongoing or planned BAuA studies.





# À ce propos

La Commission pour la sécurité et santé au travail et la normalisation (KAN) a été créée en 1994 dans le but de faire valoir les intérêts allemands en matière de sécurité et de santé au travail, surtout vis-à-vis des instances européennes de normalisation. Elle se compose de représentants des partenaires sociaux (patronat, salariat), de l'État (Fédération, Länder), de l'Assurance accidents légale allemande (DGUV) et de l'Institut allemand de normalisation (DIN). La mission de la KAN consiste, entre autres, à centraliser les questions relatives à la prévention qui concernent l'intérêt public, et à exercer une influence en prenant position sur des projets de normes en cours ou prévus.

La KAN confie à des prestataires externes des études et expertises qui ont pour objet d'analyser des aspects donnés relatifs à la sécurité et santé au travail, tels qu'ils se présentent dans la normalisation, et de mettre en évidence les besoins d'amélioration dans le travail de normalisation.

## Contexte

La conception de produits du point de vue de la sécurité et de la santé peut être améliorée en appliquant des normes appartenant au domaine de l'ergonomie. Pour que les normes d'ergonomie soient d'avantage prises en compte dans la conception, le transfert de savoir concernant l'existence et le contenu de ces normes doit être renforcé

dans la formation professionnelle des ingénieurs et des concepteurs.

Des entretiens avec des professeurs d'université enseignant la conception ont permis de constater que, jusqu'à présent, l'aspect de l'ergonomie n'était abordé que de façon marginale dans la formation des ingénieurs, et en particulier des concepteurs, ou bien que les cours traitant de ce sujet n'étaient que facultatifs. L'élaboration d'un module pédagogique (s'appuyant éventuellement sur une plateforme d'e-learning) par des spécialistes de l'ergonomie et de la conception pourrait remédier à ce problème. Le fait de regrouper et de traiter des thèmes variés pourraient également encourager les responsables de ces formations à reprendre ces aspects dans le programme.

## Objectif de l'étude

L'objectif de l'étude était de fournir des modules pédagogiques contenant des informations relatives à l'ergonomie et la normalisation relative à l'ergonomie. Ce matériel pédagogique doit permettre aux professeurs et/ou aux étudiants d'acquérir les connaissances nécessaires sur la conception de produits et de postes de travail en respectant les principes de l'ergonomie. Les modules sont censés mettre des solutions en évidence à des problèmes pouvant survenir lorsque la conception ne

# À ce propos

tient pas compte d'aspects ergonomiques. Le contenu doit également mettre en évidence l'utilité d'implémenter les connaissances ergonomiques acquises.

La KAN remercie les auteurs (Prof. Dr.-Ing. Torsten Merkel, Forschungs- und Transferzentrum e.V. à l'université Westsächsische Hochschule de Zwickau et Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder, Université technique de Dresde, faculté de génie mécanique, Institut de la logistique technique et des systèmes de travail, ainsi que Dr. Ellegast, Institut pour la sécurité et la santé au travail (BGIA), et Dr. Schultetus, Cologne) d'avoir réalisé le projet et élaboré les modules et le rapport ainsi que les experts suivants d'avoir fourni leur accompagnement critique et leur aide lors de l'évaluation des résultats :

- ▷ Dr. Claus Backhaus, BG für Fahrzeughaltungen (organisme d'assurance et de prévention des risques professionnels dans les transports routiers), Hambourg
- ▷ Dr. Friedrich Bader, Université d'Oldenburg
- ▷ M. Ulrich Bamberg, Secrétariat de la KAN (bureau du salariat)
- ▷ Norbert Breutmann, BDA (responsable du département Science du travail), Berlin
- ▷ Stefan Krebs, DIN, Berlin
- ▷ Dr.-Ing. Joachim Lambert, responsable du Secrétariat de la KAN

- ▷ Dr. Heiner Müller-Arnecke, Institut fédéral de la sécurité et de la santé au travail (BAuA), Dortmund
- ▷ Bernd Müller-Dohm, Université des sciences appliquées d'Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven
- ▷ Eckhard Metze, Secrétariat de la KAN (bureau du patronat)
- ▷ Prof. Dr.-Ing. Jörg Tannenhauer, ministère d'état saxon de l'Économie et du Travail, Dresde
- ▷ Dr. Anja Vomberg, Secrétariat de la KAN
- ▷ Dr. Hanna Zieschang, Institut pour la santé au travail (BGAG) de DGUV

## Résumé

### Analyse des besoins

Au commencement du projet, il a été demandé à des enseignants dans le domaine de la conception dans quelle mesure l'ergonomie faisait partie intégrante de leur enseignement et quels souhaits ils avaient à propos de cette matière. Cette enquête a permis de dégager des pistes essentielles pour le projet :

- ▷ L'ergonomie est un sujet important, mais qui n'est actuellement que peu traité, le temps prévu pour l'enseignement de l'ingénierie d'étude étant trop court.

- ▷ Depuis la mise en place en Allemagne des cursus bachelor modulables, les chargés de cours peuvent décider eux-mêmes s'ils souhaitent y intégrer des thèmes transversaux, tels que l'ergonomie.
- ▷ Il existe un fort intérêt pour des documents pédagogiques externes, par exemple sous forme de dossiers pouvant servir de base à des cours de 5 à 30 minutes. Les modules d'auto-apprentissage comportant des exercices d'approfondissement sont également considérés comme intéressants.

### **Méthodes de travail**

Les résultats de l'analyse des besoins montrent que les matériaux pédagogiques devraient avoir une structure modulaire. Chaque module devrait d'autre part pouvoir être divisé en sous-unités courtes. Ces modules pédagogiques doivent permettre aux enseignants et aux étudiants d'accéder plus aisément à des connaissances dans le domaine de l'ergonomie. C'est la raison pour laquelle il était logique de transmettre les différents contenus selon les étapes suivantes :

1. Une introduction sensibilise aux problèmes liés à l'ergonomie et en explique l'utilité
2. La seconde étape consiste à transmettre les connaissances spécialisées requises ayant trait à l'ergonomie

3. Une troisième étape fournit un exemple d'application complexe visant à illustrer les connaissances acquises

Les contenus pédagogiques devant en général être enseignés par des chargés de cours qui ne sont spécialisés ni dans la science du travail ni dans le domaine de l'ergonomie, mais plutôt par des spécialistes du génie mécanique et de la conception, les matériaux pédagogiques ont dû être élaborés de manière à être adaptés à ce groupe d'utilisateurs. Le résultat en a été l'élaboration des éléments suivants :

- ▷ descriptions des modules à l'intention des enseignants ;
- ▷ présentations PowerPoint comprenant des lignes directrices à l'intention des enseignants ;
- ▷ matériel de travail contenant des renvois bibliographiques, des exemples d'exercices avec leurs solutions et des questions d'examens.

L'enseignant dispose également d'un fichier d'aide contenant un guide d'utilisation des matériaux élaborés. Des conseils relatifs au transfert de crédits dans le cadre du Système européen de transfert et d'accumulation de crédits ECTS (European Credit Transfer System) sont également donnés.

Pour pouvoir limiter l'étendue des approches de conception ergonomiques possibles, les contenus pédagogiques ont été

# À ce propos

concentrés sur le domaine de la construction de machines et d'installations.

## Résultats

Les connaissances fondamentales relatives à l'ergonomie ont été réparties en cinq modules, selon des principes didactiques, en y intégrant des exemples de bonne pratique.

Au total, le programme nécessite cinq cours d'une heure et demie chacun. Les modules pédagogiques sont disponibles sous forme de présentations PowerPoint. Ils sont structurés comme suit :

- ▷ Le module 1 est un module d'introduction à l'utilisation et l'utilité de l'ergonomie, aux bases fondamentales juridiques et normatives et à la manière d'agir de principe.
- ▷ Les modules 2 à 4 fournissent des connaissances techniques en matière d'ergonomie sur les aspects anthropométriques et biomécaniques, les facteurs inhérents à l'environnement du travail et la conception de l'interface homme-machine du point de vue de la technologie d'information.
- ▷ Le module 5 est consacré à la conception de produits adaptés à leur cible illustrée par un exemple complexe.

Ce concept pédagogique est complété par une série d'exemples parlants avant/après (sous forme de vidéos, de photos et de textes). Tous les modules contiennent des listes de renvois aux normes relatives au sujet

traité. Il est proposé en outre des questions d'examens et des exercices avec leurs solutions.

Lors de premiers tests, les modules ont suscité un écho positif. Une nouvelle évaluation est prévue une fois que ce matériel aura été utilisé à plus grande échelle pendant le semestre d'été 2008.

## Utilisation future

Les documents pédagogiques devraient être disponibles gratuitement sur Internet à l'adresse [www.kan.de/fr](http://www.kan.de/fr) à partir de fin 2008 environ.

Un concept consacré à la manière d'intégrer efficacement les modules dans l'enseignement sera élaboré parallèlement. Il serait envisageable d'envoyer une brochure accompagnée d'un CD aux chaires concernées. Un autre moyen de diffuser ces modules à une échelle aussi large que possible serait de les adapter pour en permettre l'usage pour l'e-learning, une solution qui pourrait s'avérer intéressante non seulement pour les étudiants, mais aussi pour d'autres cibles (normalisateurs, concepteurs, etc.).

## Conclusion

Les modules pédagogiques élaborés proposent sous une forme intelligible des connaissances appartenant au domaine de l'ergonomie et de la normalisation relative à l'ergonomie (en particulier pour la for-

mation dans le domaine de la construction mécanique et d'installations) et permettent de ne sélectionner que les sous-parties de l'ergonomie adaptées au contenu de l'enseignement.

Les documents pédagogiques élaborés devraient être proposés gratuitement et constituent une bonne base pour être utilisés par d'autres groupes d'utilisateurs.

## Recommandations

En avril 2008, la KAN a adopté les recommandations suivantes. Elles se basent sur les résultats des entretiens menés au sein du groupe de travail chargé du suivi de l'étude.

### Recommandations au Secrétariat de la KAN

1. Il est demandé au Secrétariat de la KAN de mettre les modules d'apprentissage à disposition sur le site Web de la KAN. Les modules devront être d'autre part aussi disponibles sur le Bildungsportal Sachsen (forum d'éducation de la Saxe)<sup>1</sup>. Une mise à jour devra avoir lieu tous les deux ans environ.
2. Il est demandé au Secrétariat de la KAN d'élaborer un concept permettant de diffuser activement les modules et de

les intégrer efficacement dans l'enseignement. Une des étapes envisageables consisterait à envoyer une brochure accompagnée d'un CD aux chaires concernées. Dans ce contexte, des solutions devront être trouvées permettant aux utilisateurs de donner leur avis sur les modules.

3. Il est demandé au Secrétariat de la KAN de déterminer quel effort serait nécessaire pour transposer les modules élaborés dans une version utilisable pour l'e-learning. Il devra également vérifier s'il serait possible d'étendre leur utilisation à d'autres cercles (normalisateurs, concepteurs diplômés, inspecteurs techniques, etc.).
4. Il est demandé au Secrétariat de la KAN de déterminer s'il serait utile de proposer les modules pédagogiques en anglais pour en permettre l'utilisation aux normalisateurs.
5. Il est demandé au Secrétariat de la KAN de diffuser les modules et leur utilité sous la forme qui conviendra (présentation dans la presse et dans le cadre de congrès).

### Recommandations à tous les cercles représentés au sein de la KAN

6. Il est demandé à tous les cercles représentés au sein de la KAN de diffuser les résultats et les possibilités apportées par cette étude.

---

<sup>1</sup> Le Bildungsportal Sachsen est une initiative commune d'e-learning des universités de Saxe accessible sur <https://bildungsportal.sachsen.de>

## **Recommandations au DIN**

7. Il est demandé au DIN de présenter les résultats de la présente étude aux comités de normalisation concernés. Il est également demandé au DIN de vérifier s'il peut présenter les modules pédagogiques dans ses publications.

## **Recommandations au BAuA**

8. Il est demandé au BAuA d'examiner la possibilité d'intégrer les modules pédagogiques dans des études du BAuA en cours ou à venir.

# 1 Einleitung

## 1 Einleitung

Anforderungen aus dem Vorschriften- und Regelwerk zur Produktergonomie finden heute in noch unzureichendem Maße Anwendung in der Konstruktionspraxis. Eine der Ursachen ist die geringe Durchdringung konstruktiv orientierter Studiengänge mit arbeitswissenschaftlichen Schwerpunkten, wie der Ergonomie oder des Arbeitsschutzes. Wie die Gesellschaft für Arbeitswissenschaft auf ihrer Jahrestagung im Frühjahr 2007 feststellt, ist auf Grund von Einsparungen und Konzentrationsprozessen die Zahl der arbeitswissenschaftlichen Lehrstühle rückläufig. Die geringe Durchdringung der ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung mit arbeitswissenschaftlichen Lehrinhalten führt in der Folge zu einer entsprechend geringen Berücksichtigung im Ergebnis von Planungs- und Entwicklungsleistungen. In der Folge entstehen Produkte, Arbeitsmittel und Arbeitsplätze, welche ergonomischen und sicherheitstechnischen Standards nicht genügen und entsprechender Nachbesserung bedürfen. Daraus erwachsen neben den persönlichen Nachteilen betroffener Nutzer auch betriebs- und volkswirtschaftliche Belastungen.

Schlussfolgernd bedarf es geeigneter Mittel und Wege, um entsprechend in etablierte bzw. typische Strukturen der Hochschulausbildung die Vermittlung eines Basiswissens einer ergonomischen Gestaltung zu integrieren. Um durch Ergo-

nomie die Produktqualität und -sicherheit zu erhöhen, sollten bereits in der Grundlagenausbildung, beispielsweise als Teil der „Allgemeinen Konstruktionslehre“, das für Ingenieure/Konstrukteure notwendige Wissen zur Ergonomie vermittelt werden.

Zur Untersetzung dieser Hypothese wurde im Rahmen der KAN-Studie 40 eine Bedarfsermittlung hinsichtlich ergonomischer Inhalte in den konstruktiven Ausbildungsrichtungen des Maschinenbaus und hinsichtlich des Bedarfs an Unterrichtsmaterialien bei den Lehrenden in diesem Bereich durchgeführt. Die Bedarfsermittlung fand insbesondere in Hochschulen statt, bei denen Ergonomie nur am Rande behandelt wird bzw. entsprechende Veranstaltungen nur optional angeboten werden.

Neben den fachlich erforderlichen Inhalten zur Ergonomie besteht demnach Bedarf zur Sensibilisierung für die ergonomische Gestaltung, zur Vermittlung des Nutzens ergonomischer Gestaltung, insbesondere hinsichtlich der Auswirkungen der konstruktiven Gestaltung auf die ergonomische Gestaltungsgüte von Produkten und deren Auswirkung auf die Technologie, aber auch hinsichtlich der Auswirkungen der konstruktiven Gestaltung auf den Nutzer. Mit der Erstellung entsprechender, allgemein verfügbarer, Unterrichtsmaterialien soll den Lehrenden und Studierenden ein Zugang zu ergonomischen Erkenntnissen ermöglicht werden.



## 2 Ausgangssituation

### 2 Ausgangssituation

Die Gestaltung von Produkten im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit kann durch die Anwendung von gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen und Normen aus dem Bereich der Ergonomie verbessert werden. Damit die ergonomischen Anforderungen in stärkerem Maß als bisher bei der Konstruktion angewendet werden können, muss der Wissenstransfer dazu in die Ausbildung von Ingenieuren/Konstrukteuren verstärkt werden.

In Beratungen mit Hochschullehrern der Fachrichtung Konstruktionslehre wurde deutlich, dass bisher der Aspekt der Ergonomie in der Ausbildung von Ingenieuren und insbesondere von Konstrukteuren nur am Rande behandelt wird bzw. entsprechende Veranstaltungen selten angeboten werden.

Im Rahmen einer Befragung von Lehrenden im Bereich Konstruktion wurden Stellungnahmen hinsichtlich der Ergonomie und der Vorstellungen hinsichtlich deren Einbindung in die eigene Lehre erhoben. Im Ergebnis der Befragung konnte folgende Selbstbeurteilung der Lehrenden für Konstruktion herausgearbeitet werden:

- ▷ Ergonomie ist wichtig und von Interesse, wird aber zu wenig im Unterricht behandelt, weil die Konstruktionslehre an sich schon zu wenig Lehrzeit hat.

- ▷ Mit der Einführung der modularisierten Bachelorstudiengänge erfolgt eine stärkere Konzentration auf Grundlagenvorlesungen, deren Verantwortliche über die Integration von Querschnittsthemen, wie Ergonomie, entscheiden.
- ▷ Es besteht großes Interesse an externen Lehrunterlagen als zusätzliches Angebot für die eigene Lehrveranstaltung, z.B. als aufbereitete Vorlesungsunterlagen im Umfang von 5 – 30 Minuten.
- ▷ Eine kurze Einführung in die Ergonomie wollen Verantwortliche größtenteils selber halten.
- ▷ Fremdreferenten werden gerne eingesetzt, wenn diese ohne Kosten verfügbar sind
- ▷ Selbstlernmodule mit weiterführenden Übungen sind sinnvoll.
- ▷ Der Gesamtumfang der Ergonomieinhalte sollte ca. 3-4 Doppelstunden betragen.

Im Gegensatz dazu werden an Hochschulen mit arbeitswissenschaftlicher Lehre im Minimum Module mit 16 bzw. 32 Doppelstunden als Pflicht- oder Wahlpflichtfach für die Vermittlung der ergonomischen Grundlagen angeboten.

Es besteht also insbesondere an Hochschulen mit keiner eigenen Arbeitswissenschafts- bzw. Ergonomie-Professur ein Bedarf für Lehrinhalte aus dem Bericht der Ergonomie zur Ergänzung der Fächer der Konstruktionslehre.

## 3 Zielsetzung

## 4 Vorgehensweise

### 3 Zielsetzung

Aus der dargestellten Ausgangssituation ergibt sich die Zielstellung für das Vorhaben, Lehrunterlagen zum Schwerpunkt Ergonomie zur selbständigen Nutzung durch Dozenten der Konstruktionslehre an Hochschulen und Universitäten mit Schwerpunkt Maschinen- und Anlagenbau, an denen das Fach Ergonomie bzw. Arbeitswissenschaft nicht oder nicht mehr angeboten wird, zu erstellen.

Dies bedeutet, dass die Lehrmodule von im weiteren Sinn fachfremden Lehrpersonal zur Ergänzung der eigenen Lehrangebote eingesetzt werden sollen. Daraus ergeben sich einerseits Anforderungen bezüglich der angebotenen inhaltlichen Tiefe von Ergonomiefachwissen. Andererseits müssen die vorgestellten Inhalte attraktiv, plausibel und einfach nachvollziehbar sein sowie direkt an die Inhalte der Konstruktionslehre anknüpfen. Um eine Eingrenzung der Breite möglicher ergonomischer Gestaltungsansätze auf wesentliche und in die laufende Lehre integrierbare Formen zu reduzieren, soll eine Konzentration der Lehrinhalte auf den Schwerpunkt Maschinen- und Anlagenbau erfolgen.

Diese Reduktion ist in der Planung der Lehrmodule entsprechend zu berücksichtigen, so dass die thematisch orientierten Module sich im Lehrumfang jeweils auf eine Doppelstunde orientieren und in logisch abgeschlossene Teilmodule im Umfang von 15

bis 20 min zur Einbindung in die laufende Konstruktionslehre konzipiert werden. Die Lehrmodule sollten

- ▷ für Fragestellungen der Ergonomie sensibilisieren und den Nutzen der Ergonomie verdeutlichen,
- ▷ erforderliche Fachinhalte der Ergonomie vermitteln und
- ▷ die Erkenntnisse durch viele Praxisbeispiele und möglichst einem komplexen Anwendungsbeispiel verdeutlichen.

Aus diesen Anforderungen ergab sich die Notwendigkeit eines modularen Aufbaus der Lehrunterlagen, die dem Dozenten eine entsprechende Auswahl an Lehrinhalten ermöglicht.

### 4 Vorgehensweise

Zur Erstellung der Lehrunterlagen zu ergonomischen Aspekten in der Ausbildung von Konstrukteuren wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

1. Zusammenstellung und didaktische Aufbereitung von Fachinhalten aus dem Bereich der Ergonomie

Auf der Basis der Bedarfsermittlung und der sich daraus ergebenden Struktur

- ▷ Einführung
- ▷ Fachinhalte und
- ▷ Anwendungsbeispiel

# 5 Ergebnisse

wurden Fachinformationen aus dem Bereich Ergonomie gesammelt und zusammengestellt. Neben arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen zur Ergonomie wurden insbesondere Vorlesungs- und Übungsinhalte zusammengestellt.

## 2. Erarbeitung von Lehrmodulen zur Ergonomie in der Konstruktion

Durch didaktische Reduktion der Stoffsammlung erfolgte die Erarbeitung von fünf Lehrmodulen zur Ergonomie. Dabei wurden Good-Practice-Beispiele einbezogen. Als Materialien der Lehrmodule wurden Powerpointpräsentationen und Dozentenleitfäden erarbeitet. Darüber hinaus wurden ausgewählte Übungen und Lernerfolgskontrollen erarbeitet. Die Integrationsfähigkeit der Module im Rahmen des Bologna-Prozesses wurde geprüft.

## 3. Abstimmung durch einen projektbegleitenden Arbeitskreis

Die Inhalte und deren Aufbereitung wurden durch einen projektbegleitenden Arbeitskreis von Experten geprüft. Der Arbeitskreis setzte sich zusammen aus Fachvertretern der Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN), der Arbeitgeberverbände, der Arbeitnehmerverbände, der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), dem DIN sowie dem Ver-

treter des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI).

## 4. Erprobung und Optimierung

Die Erprobung der Lehrmodule erfolgt in der Praxis. Darauf aufbauend werden ggf. Modifikation der Lehrunterlagen auf Grundlage der gewonnenen Erfahrungen und Rückmeldungen der Teilnehmer vorgenommen.

# 5 Ergebnisse

## 5.1 Lehrmodule

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden die Schwerpunkte der Ergonomie für Konstrukteure analysiert und in eine den Anforderungen des Einsatzbereiches entsprechende Modulstruktur überführt. Es erfolgte weiterhin eine Präzisierung und inhaltliche Fokussierung. Die entstandene Struktur wird in Abbildung 1 dargestellt.

Die Erarbeitung der Module erfolgte durch die Auftragnehmer-Arbeitsgemeinschaft. Aufgrund der vielfältigen und breiten Qualifikationen konnte eine zielführende Lehrmeinung erarbeitet werden. Die entstandene Modulstruktur (mit den jeweiligen Fachinhalten zur Vermittlung arbeitswissenschaftlichen Basiswissens für angehende Konstrukteure) und die konzipierten Lehrinhalte wurden durch Hinweise, Anregungen

und Beispiele des als projektbegleitende Arbeitsgruppe aktiven Expertengremiums ergänzt und bereichert.

Für die Beschreibung der Modul Inhalte wurden durch die Projektgruppe für jedes Modul umfassende Modulbeschreibungen erarbeitet, welche durch eine Sammlung von Arbeitsmaterialien und Beispielen ergänzt wird. An den Elementen des einführenden Fallbeispiels in Modul 1 werden mögliche Probleme bei der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsmitteln und deren Auswirkung im Arbeitsprozess vermittelt, so dass bei Nutzung des vollständigen Lehrangebotes die Komplexität der Wirkung einzelner Gestaltungsfaktoren deutlich wird. Dieses einführende Fallbeispiel (vgl. Abb. 2) wird in allen Modulen wieder aufgegriffen, so dass ein Einblick in das Zusammenwirken der grundlegenden ergonomischen Gestaltungsfaktoren möglich wird.

Das Lehrkonzept wird durch eine Sammlung anschaulicher Vorher- und Nachher-Beispiele ergänzt (Video-, Foto- und Textbeispiele).

Als übergreifende Unterlagen wurden Hinweise für die Benutzung der Lehrmaterialien erstellt. Dieses Dokument informiert die Anwender der Studienergebnisse über Anliegen und Struktur der Lehrinhalte.

Im Rahmen der Sitzungen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe wurden die Materialien präzisiert und optimiert. Neben der

Einbindung ergänzender normativer Schwerpunkte konnte auf weitere Fallbeispiele und strukturelle Hinweise (z. B. Wichtigkeit von konstruktiv bedingten Belastungen für die Ergonomie in der Arbeitsumwelt) zurückgegriffen werden.

Jedes der fünf Module ist wiederum in Teilmodule gegliedert. Für die Erarbeitung der Teilmodule wurde die in Abb. 3 dargestellte didaktische Basisstruktur gewählt. Diese Basisstruktur soll es sowohl dem Dozenten ermöglichen, den Stoff bedarfsgerecht zu verwenden, andererseits aber auch den Studenten beim gelegentlichen Verwenden der Ergonomie-Module die Wiedererkennung und den Lernprozess erleichtern.

Für alle fünf Module werden jeweils vier Unterlagen erarbeitet und zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 4).

Die Modulbeschreibung dient als Orientierung und für die Vorbereitung des Dozenten zur Nutzung eines Lehrmoduls. Neben der Angabe von Lernzielen erhält der Nutzer Hinweise zu den Teilmodulen, so dass eine individuelle Lehrplanung möglich wird.

Die Foliensätze bilden den eigentlichen Schwerpunkt der Materialien. Sie wurden in dem Programm „Powerpoint“ erstellt. In der Ansicht „Notizenseiten“ werden jeweils für den Dozenten die fachlichen Inhalte erläutert. Die Notizenseiten können als Dozentenunterlage ausgedruckt werden.

# 5 Ergebnisse

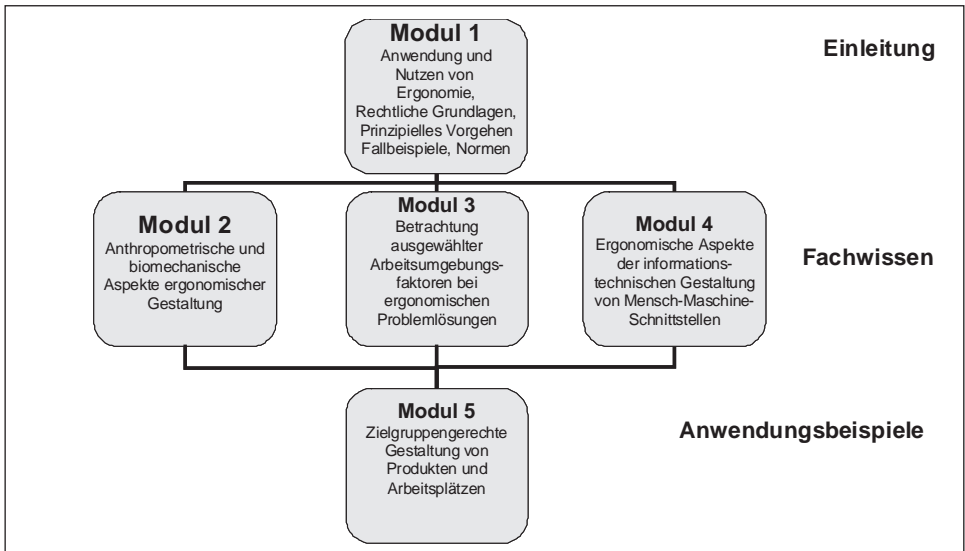


Abbildung 1: Modulstruktur des Lehrangebotes

Weiterhin wurde ein Dokument mit Prüfungsfragen (inklusive Musterlösungen) erstellt, welches dem Dozenten die Auswahl von Schwerpunkten für die eigene Prüfungsgestaltung erleichtert. Übungsaufgaben mit entsprechenden Lösungen werden für alle inhaltlichen Module angeboten.

Die kompletten Unterlagen sind als Anlage auf einer CD enthalten. Diese beinhaltet:

- ▷ Hinweise für die Benutzung der Lehrmaterialien
- ▷ Modul 1 (Einführung): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte

mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise

- ▷ Modul 2 (anthropometrische und biomechanische Aspekte): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ Modul 3 (Arbeitsumgebung): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise

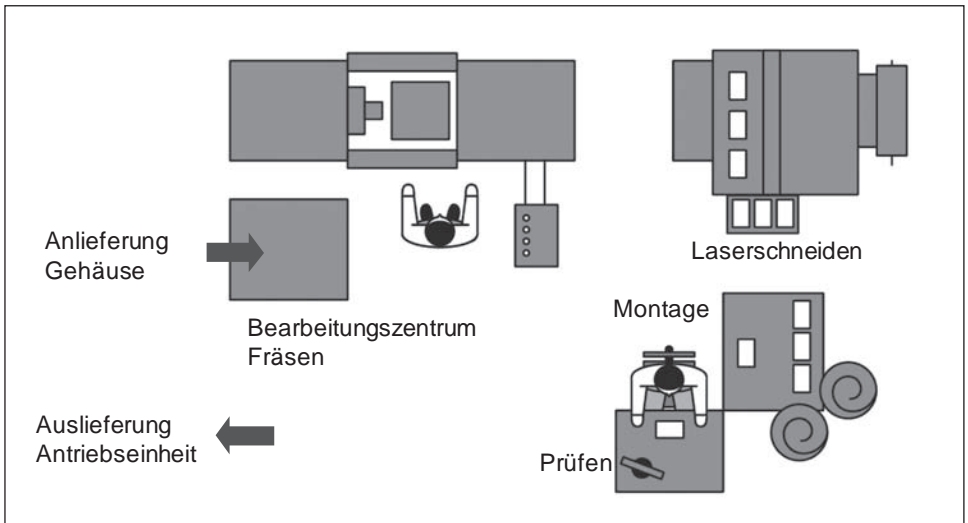


Abbildung 2: Layout des Fallbeispiels – Fertigungsinsel „Produktion Antriebseinheit“ als Anwendungsfeld einer ergonomischen Arbeitsmittelgestaltung

- ▷ Modul 4 (informationstechnischen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
  - ▷ Modul 5 (zielgruppengerechte Produktgestaltung): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
  - ▷ Modulbeschreibungen der Module 1 bis 5
  - ▷ Übung Anthropometrie (Übungsaufgabe und Lösung)
  - ▷ Übung Arbeitssystem (Übungsaufgabe und Lösung)
  - ▷ Übung Biomechanische Körperkräfte (Übungsaufgabe und Lösung)
  - ▷ Übung Normen (Übungsaufgabe und Lösung)
  - ▷ Übung Stellteile (Übungsaufgabe und Lösung)
  - ▷ Literaturhinweise
  - ▷ Prüfungsfragen (Fragen und Antworten)
- Der Nutzer der Lehrunterlagen sollte zunächst die Hinweise für die Benutzung der Lehrmaterialien lesen. Darin erhält er eine

# 5 Ergebnisse

## Basisstruktur



Abbildung 3: Basisstrukturaufbau der Teilmodule

Handlungsanleitung für die Anwendung der zahlreichen Unterlagen.

### 5.2 Umfeldbedingungen des geplanten Einsatzes der Lehrmodule

Da die Lehrmodule als Teil der Lehrveranstaltungsreihe „Allgemeine Konstruktionslehre“ eingesetzt werden sollen, ist davon auszugehen, dass deren Inhalte in großen Hörsälen mit minimal 60 (Fachhochschule) in der Regel über 100 Hörern (Universitäten) vermittelt werden.

Die Vermittlung erfolgt somit in der Regel im Frontalunterricht mit einem begleitenden Anteil aktiver Vermittlungsformen.

Daraus schlussfolgernd stehen im Mittelpunkt der Lehrunterlagen Foliensätze, die unter Einsatz eines Beamer oder Overhead-Projektors durch den Vorlesenden dargeboten werden können.

Eine aktive Einbeziehung der Studierenden z. B. für eine Situationsbeurteilung oder die Herausarbeitung von Lösungsvorschlägen kann nur punktuell während der Vor-

Modulbeschreibung	Foliensatz	Dozentenunterlage	Arbeitsblätter
Lernziele Struktur Zeitplan Rahmenbedingungen Material	Text Bild „Fallstudie“ BGIA-Beispiele (z.B. Videos) Links	Foliensatz im Bereich Notizen mit Hinweisen zur Anwendung für den Dozent	Ergänzende Texte, Aufgabenstellungen, Selbststudienelemente, Normenverweis

Abbildung 4: Elemente/Lehrunterlagen eines Moduls

## 6 Erprobung, Optimierung und Transfer der Ergebnisse

lesung genutzt werden, die Anleitung muss dann allein durch den Dozenten übernommen werden.

Es ist davon auszugehen, dass die Nutzer der Lehrunterlagen Einzelelemente aus dem Lehrangebot herauslösen, um diese an geeigneter Stelle in das eigene Lehrkonzept einzubauen. Um auf unterschiedliche Vorkenntnisse, Interessenslage und Nutzungsformen einzugehen, wurden optionale Elemente für alle Module erarbeitet, welche eine Erweiterung der Kerninhalte erlauben. Insbesondere mit der Einbindung multimedialer Inhalte können einzelne Lehrinhalte transparenter vermittelt und in einer anschließenden Diskussion vertieft werden.

Sinnvolle Ergänzungen können in Form von Literatur-, Rechts- und Normenverweisen, bzw. Arbeitsblätter als Teil des veranstaltungsbegleitenden Skripts erfolgen. Denkbar wäre eine Vertiefungsmöglichkeit durch E-Learning-Angebote. Als vereinfachte Möglichkeit werden die Module in der derzeitigen Form zur Nutzung über Anbieter entsprechender Lehrangebote zur Verfügung gestellt.

Um die Attraktivität des Ergonomielehreangebotes zu verbessern, sollte ergänzend zur Anerkennung von belegten Lehrinhalten in Form von Credits auch die Ausstellung eines entsprechenden Zertifikates möglich sein. In diesem Zusammenhang ist zu klären, welche Ausgangsvoraussetzungen für die Erlangung des Zertifikates notwendig

sind und wer dies abprüft. Besonders geeignet erscheint dabei die Umsetzung der Lehrinhalte als E-Learning-Modul bei der mit einem abschließenden und erfolgreich bestandenen Test ein entsprechendes Zertifikat erzeugt und selbst ausgedruckt werden kann.

Mit der Festlegung von 1 Credit entsprechend dem europäisch einheitlichen ECTS-Bewertungssystem wurde die Integrationsfähigkeit der Module im Rahmen des Bologna-Prozesses gesichert. Zusätzliche Arbeitsblätter, Übungsaufgaben und ausformulierte Prüfungsfragen mit Lösungsvorschlägen sollen die Nutzung der Module für die Dozenten erleichtern und so die Akzeptanz des Angebotes absichern.

### 6 Erprobung, Optimierung und Transfer der Ergebnisse

Bisher wurden vier Professoren mit einem Vorlesungsschwerpunkt „Allgemeine Konstruktionslehre“ im Maschinenbau und ein Professor für Konstruktion im Fahrzeugbau (Interieur) zur vorliegenden Endfassung der Lehrmodule im Ergebnis der KAN-Studie befragt. Dabei handelt es um bereits an der Situationsanalyse beteiligte Dozenten für die Konstruktionsausbildung. Die Erhebung erfolgte in Form eines persönlichen Interviews zur Nutzung der Studie. Sowohl die Inhalte als auch die grafische Form fanden eine vorerst positive Resonanz. Ein un-



## 7 Zielgruppen und Einsatzmöglichkeiten

mittelbarer Einsatz der Unterlagen war auf Grund des fortgeschrittenen Semesters nicht mehr möglich.

Eine weitere Erprobung ist nach einer ersten Nutzung der Materialien nach dem Sommersemester 2008 geplant. Hierbei sollen 5-10 Anwender die Materialien erproben. Die Aussagen der Anwender werden für Juli 2008 erwartet.

Parallel dazu werden von der PBA zwei Anschlussprojekte empfohlen:

- A) ab ca. Juli 2008 sollten hinsichtlich des Marketings relevante Adressen von Nutzern gesammelt werden
- B) ab ca. Oktober 2008 sollte eine Broschüre oder ein Flyer mit CD (Vollversion und Demoversion mit Navigation über HTML-Auto-Startseite) an ca. 700 Hochschulen/ FHs mit dem Angebot für Aktualisierung und Rückmeldemöglichkeit geschickt werden. Die Demoversion soll beispielhaft einzelne Themen und einen Gesamtüberblick/Einstieg enthalten.

Eine Internetpräsenz der Lehrunterlagen wird 2008 aufgebaut (als Betaversion). Auch hier wird später eine Rückmeldung möglich sein.

Eine Optimierung der Lehrunterlagen soll nach den jeweils erfolgten Rückmeldungen realisiert werden.

Weitere Transfermöglichkeiten wurden angedacht und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▷ Vorstellung auf Kongressen, Tagungen (auch Fachbereichstagungen der Hochschulen und Universitäten) und in Printmedien
- ▷ Verbreitung über interessierte Berufsverbände, wie z. B. VDI, VDMA, VDSI, DGAUM, Ingenieure in den Arbeitgeberverbänden, REFA, MTM
- ▷ Über Institutionen, wie BAuA, DGUV, evtl. SUVA (Schweiz), AUVA (Österreich)

### 7 Zielgruppen und Einsatzmöglichkeiten

Im Ergebnis der Diskussion der projektbegleitenden Arbeitsgruppe wurde die Weiterentwicklung und Anpassung der Studie für weitere Zielgruppen diskutiert. Im Weiteren soll eine Übersicht möglicher Einsatzfelder für ergänzende Ergonomielehrangebote gegeben werden. Die dargestellten Studienrichtungen können allerdings nur eine Auswahl darstellen.

- ▷ Ingenieurausbildung
- ▷ Konstruktion
  - Produktkonstruktion
  - Maschinen- –und Anlagen (Schwerpunkt der KAN-Studie)
  - Papier-, Holz-, Textilmaschinen
  - Fahrzeuge (Nutzfahrzeuge, PKW, Motorrad, Schiff, Flugzeug ...)
  - Sportartikel
  - Weitere Produkte

## 8 Zusammenfassung

- Betriebsmittel- und Vorrichtungskonstruktion
- ▷ Technologie
  - Produktionstechnik
  - Arbeitsplaner
  - Messtechnik und Qualität
  - Bauingenieure
  - Textil- und Ledertechnik
  - Wirtschaftsingenieure
- ▷ Bauingenieure
- ▷ Elektrotechnik
- ▷ Informatik
- ▷ Design
- ▷ Gesundheits- und Pflegemanagement

Eine Anpassung der vorliegenden Modulentwicklung für die benannten Studienrichtungen erfordert einen unterschiedlich hohen Aufwand, da in einigen Ingenieurdisziplinen lediglich die Beispiele auszutauschen sind, während in anderen komplett neue Schwerpunkte, wie z.B. das Themenfeld der Softwareergonomie, zu erarbeiten wären.

Über diese Studienrichtungen hinaus können Normungsexperten (z. B. Normausschuss Ergonomie und Normausschuss Maschinenbau) sowie Konstrukteure in der Praxis und Fortbilder der Unfallversicherungsträger (z. B. Metall-BG) diese Materialien nutzen.

Die Problematik arbeitswissenschaftlicher Ausbildung besteht in allen Bereichen, so

dass eine Fortführung bzw. der Transfer der entwickelten Lehrkonzepte und Module möglich und sinnvoll ist.

Durch den Zugriff auf Teilmodule besteht eine weitere Anschlussmöglichkeit über die Aufbereitung der Inhalte für das E-Learning bzw. Blended-Learning. Auf diesem Weg lassen sich Inhalte, welche auf Grund des Zeitbudgets in den konstruktiven Vorlesungen nicht in der nötigen Tiefe vermittelt werden, nacharbeiten. Außerdem kann ein weiterer Nutzerkreis erschlossen werden, der sich z.B. das notwendige Wissen im Rahmen des Berufseinstiegs selbst aneignen kann.

## 8 Zusammenfassung

Mit den erarbeiteten Lehrmodulen für die Berücksichtigung ergonomischer Aspekte in der Ausbildung von Konstrukteuren wurden Lehrmaterialien erstellt, die durch fachfremde Dozenten in der Ausbildung von Konstrukteurs-Studenten eingesetzt werden können. Die Lehrunterlagen sind modular aufgebaut und erlauben dem Dozenten ein auf den Unterrichtsstoff angepasstes Herauslösen von Teilinhalten der Ergonomie.

Die Lehrunterlagen beinhalten Powerpointpräsentationen mit Dozentenleitfäden, Modulbeschreibungen zur Schnellorientierung für den Dozenten, Arbeitsmaterialien mit Literaturhinweisen, Übungsbeispielen mit Lösungen und Prüfungsaufgaben sowie

# 8 Zusammenfassung

eine Handlungsanleitung für die Benutzung der Unterlagen. Alle Unterlagen sind auf einer CD-Rom in der Anlage enthalten.

## **Anlage: CD [für diesen KAN-Bericht werden Folienausdrucke der CD zur Verfügung gestellt]**

### **Inhalte der CD-Rom:**

- ▷ Hinweise für die Benutzung der Lehrmaterialien
- ▷ Modulbeschreibungen der Module 1 bis 5
- ▷ Modul 1 (Einführung): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ Modul 2 (anthropometrische und biomechanische Aspekte): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ Modul 3 (Arbeitsumgebung): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ Modul 4 (informationstechnischen Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ Modul 5 (zielgruppengerechte Produktgestaltung): Powerpointpräsentation mit Überblicksfolie, Inhalte mit Bildern und Texten, Links zu Beispielen, Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ Übung Anthropometrie (Übungsaufgabe und Lösung)
- ▷ Übung Arbeitssystem (Übungsaufgabe und Lösung)
- ▷ Übung Biomechanische Körperkräfte (Übungsaufgabe und Lösung)
- ▷ Übung Normen (Übungsaufgabe und Lösung)
- ▷ Übung Stellteile (Übungsaufgabe und Lösung)
- ▷ Literaturhinweise
- ▷ Prüfungsfragen (Fragen und Antworten)

## Modulbeschreibungen und Folienausdrucke

Auf den folgenden Seiten finden Sie Modulbeschreibungen und Folienausdrucke von der im Rahmen dieses Projekts erarbeiteten CD-ROM.

Die Lehrmaterialien der fünf Module bestehen aus:

- ▷ *Modulbeschreibungen* zur Schnellorientierung für den Dozenten mit Angaben zu:
  - Lernzielen
  - Zeitbedarf
  - Übersicht über Inhalte und benötigte Materialien (didaktische Materialien, Hilfsmittel) zu den einzelnen Teilmodulen
- ▷ *Foliensätzen* für die Teilmodule für den Dozenten mit:
  - Überblicksfolie über die anhand des Fallbeispiels zu behandelnden ergonomischen Aspekte
  - Darstellung der Inhalte des Lehrmoduls mit Bildern und Texten
  - Links zu Beispielen zur weiterführenden Erläuterung der Modulinhalt (praktische Gestaltungsbeispiele mit Videoclips und Darstellungen zur Vorher-Nachher-Situation)
  - Normative Verweise und Literaturhinweise
- ▷ *Dozentenunterlagen*: Die Dozentenhin-

weise für die inhaltliche Erläuterung der ergonomischen Aspekte sind in den Notizenseiten der jeweiligen Folien enthalten. Sie erläutern stichwortartig die jeweiligen Inhalte der Folien.

- ▷ *Weitere Arbeitsmaterialien* umfassen:
  - Übungsaufgaben
  - Lösungen der Übungsbeispiele für den Dozenten
  - Prüfungsfragen (Fragen und Antworten)
  - Ergänzende Texte und Hinweise

Die Dozentenhinweise aus den Notizenseiten, Folien mit Beispielen, Videos und Übungsbeispiele und Prüfungsaufgaben sind in diesem KAN-Bericht *nicht* abgedruckt. Eine CD-ROM mit den kompletten Lehrmodulen wird voraussichtlich Ende 2008 zur Verfügung stehen. Daneben werden die Module auch im Internet ([www.kan.de](http://www.kan.de)) abrufbar sein.

Der gesamte Bericht ist unter [www.kan.de](http://www.kan.de) durch Eingabe des Webcodes „D3043“ zugänglich.

# Beschreibung Modul 1

## Kurzbeschreibung

<b>Modulnummer:</b>	<b>Modul 1</b>
<b>Modultitel:</b>	<b>Ergonomische Aspekte in der Ausbildung von Konstrukteuren</b>
<b>Modulverantwortlicher: Entwickler</b>	Westfälische Hochschule Zwickau, Institut für Produktionstechnik, Professur Arbeitswissenschaft TU Dresden, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme Lehrstuhl Arbeitswissenschaft im Auftrag der KAN
<b>Erarbeitet /aktualisiert am</b>	September 2007
<b>Zeitbedarf:</b>	90 Minuten
<b>Lernziele:</b>	Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"><li>– Kennen die Ziele der ergonomischen Gestaltung</li><li>– Kennen den Zusammenhang zwischen konstruktiver Gestaltung und der Ergonomie</li><li>– Kennen arbeitswissenschaftliche Bewertungskriterien</li><li>– Kennen die rechtlichen und normativen Grundlagen zur Durchsetzung arbeitswissenschaftlicher Anforderungen</li><li>– kennen die Wirkung technischer Belastungsaspekte auf Leistungs- und Beanspruchung im Arbeitsprozess. Insbesondere kann die Beziehung von Leistungsfähigkeit und -bereitschaft als Teil des menschlichen Leistungsangebotes und den Einfluss von Technik, Organisation und Arbeitsaufgabe eingeordnet werden</li><li>– Die Möglichkeiten zur Integration arbeitswissenschaftlichen Gestaltungswissens in den konstruktiven Entwurfsprozess sind bekannt.</li><li>– Informationsquellen für ergonomische Gestaltungsaspekte</li></ul>

## Detallierte Beschreibung der Modulinhalte

<b>Modul 1: Ergonomische Aspekte in der Ausbildung von Konstrukteuren</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
15	Einführung, Begriffsklärung Ergonomie Gestaltungsziele der Ergonomie, Ergonomie als Unternehmensaufgabe (Fürsorgepflicht)	○	Folien/Notizen	Dozent
15	Ergonomie und Konstruktion – Einflüsse/ Abhängigkeit prospektive und korrektive Gestaltung DIN EN 614 (Reihenfolge ergonomischer Gestaltung vorziehen), EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG	○/W	Folien/Notizen Ggf. Diskussion	Dozent/ Teilnehmer
15	Vorgehensmodell für eine integrative Produktentwicklung (Ergonomieaspekte) auf Basis der VDI-Richtlinie 2222	○	Folien/Notizen	Dozent
15	Technische Ursachen für (oder technisch bedingte) Belastungen als Element der Leistungs- und Beanspruchungsentwicklung	○	Folien mit Fotobeispielen	Dozent
15	Fallbeispiele mit Nutznachweis Einhaltung rechtlicher Rahmenbedingungen und Anwendung von Normen	○ W	Folien ggf. Beispiel = Demonstrationsobjekte	Dozent/ Teilnehmer
separat 15 min oben verteilen!	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen (Struktur – europäischer und nationalgesetzlicher Rahmen )	W	Arbeitsblätter	Dozent
separat	Beispiel ergonomische Maschinengestaltung	W	Folie mit Link auf weiterführende Folien	

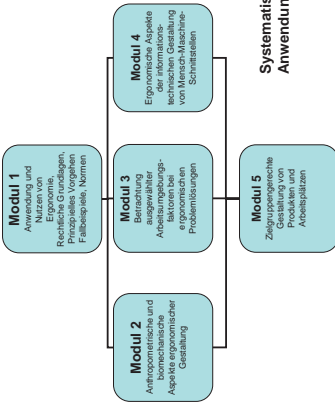
Legende der verwendeten Abkürzungen:

○ – obligatorisch

W – wahlweise

## Ergonomie in der Ausbildung von Konstrukteuren

### Einführung/ Grundlagen

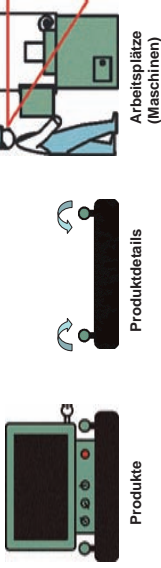


Modul 1

1 von 30

## Begriffsdefinition Ergonomie

Ergonomie ist die Lehre von Mensch und Technik. Sie umfasst die Gestaltung von Produkten, Produktdetails, von Arbeitsplätzen und komplexen Arbeitssystemen nach Kriterien, welche durch Eigenschaften bzw. Leistungsvoraussetzungen des Menschen bestimmt werden.

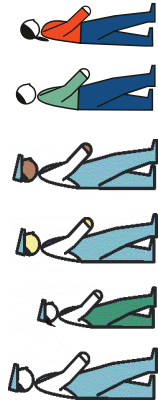


Modul 1

2 von 30

## Leistungsvoraussetzungen

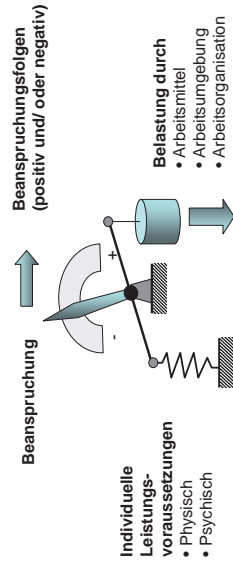
Leistungsvoraussetzungen werden durch die physiologischen und psychologischen Bedingungen der ausführenden Person bestimmt. Auf Grund der Bandbreite menschlicher Leistungsvoraussetzungen müssen die Grenzbereiche und Mindestvoraussetzungen der fraglichen Nutzergruppe berücksichtigt werden.



Modul 1

3 von 30

## Belastungs- Beanspruchungsmodell

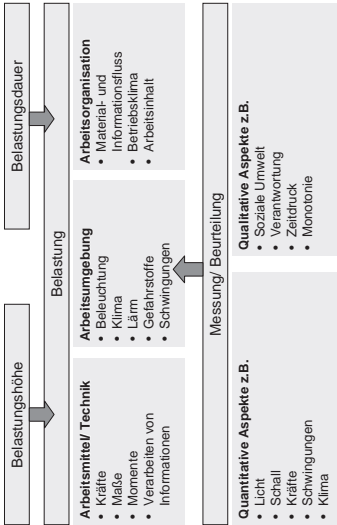


Modul 1

4 von 30

nach Rohmert, 1984

## Belastungsarten und Analyse



Modul 1

5 von 30

## Beispiele für technisch bedingte Belastung

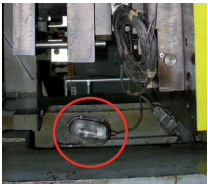
Konstruktive Lösungen bestimmen technisch bedingte Belastungen, welche zu Fehlbeanspruchungen führen können.



**Teilebereitstellung Montage**  
Zu hoch angelegte Rollenbahn



**Presenarbeitsplatz**  
Bedienkonsole zu niedrig  
Beim Sitzen kein Fußraum vorhanden  
Beleuchtung – keine optimale Ausleuchtung möglich (Blendung)

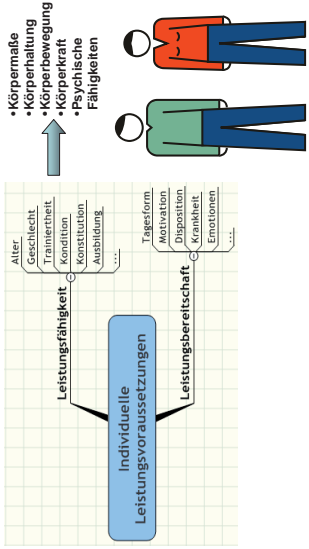


**Presenarbeitsplatz**  
Nachrüstung der Arbeitsraum-  
beleuchtung – keine optimale Ausleuchtung möglich (Blendung)

Modul 1

6 von 30

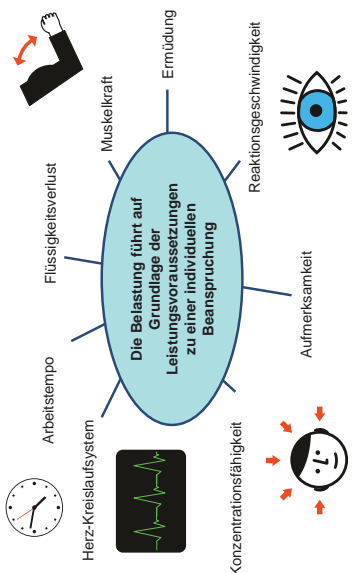
## Individuelle Leistungsvoraussetzungen



Modul 1

7 von 30

## Beanspruchung



Modul 1


8 von 30



## Langfristige Beanspruchungsfolgen


**+**

- Trainingszustand,
- Leistungssteigerung,
- Kennniszuwachs,
- Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten



**-**

- Leistungsverlust,
- Krankheit,
- Arbeitsunfähigkeit
- Demotivierung
- Ermüdung



Modul 1  
9 von 30

## Konstruktionsaufgabe Ergonomie

Hersteller

EG Artikel 100a

Produkt

EG Artikel 118a

Arbeitgeber

Arbeitsprozess

**Ergonomie**

- Hersteller von Produkten sind verpflichtet ergonomische Erkenntnisse zu berücksichtigen.
- Für die Nutzung von Produkten ist der Arbeitgeber verpflichtet entsprechende ergonomische Einsatzbedingungen sicherzustellen.
- Neben dem gesetzlichen Auftrag sichern ergonomische Arbeitsbedingungen aber auch die Leistungssteigerung bzw. den Leistungsbeitrag im Arbeitsprozess.

Normen helfen diese Anforderung zu erfüllen, z.B.:

- EN 12100-1/2 **Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsgrundsätze**
- EN 894-3 **Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen**
- EN 1050 **Sicherheit von Maschinen – Menschliche Körperliche Leistung**

Siehe auch <http://www.nora.kan.de/ergo/>



Modul 1  
10 von 30

## Gestaltungsziel Barrierefreiheit design for all

**Der Nutzerkreis eines Produktes oder einer Leistung soll durch eine barrierefreie Gestaltung erweitert werden.**

**Ansätze:**

- Gestaltung von Produkten, Dienstleistungen und Umgebungen, welche durch die meisten Nutzer ohne Veränderungen leicht nutzbar sind.
- Herstellung von Produkten und Dienstleistungen, welche an unterschiedliche Nutzer anpassbar sind (z.B. austauschbare Eingabegeräte, Benutzeroberfläche usw.)
- Das Vorhandensein genormter Schnittstellen, die mit besonderen Produkten für alle Menschen kompatibel sind.

Quelle: Arbeitsagentur des Bundes

Modul 1  
11 von 30

## Ergonomie als Werbefaktor

**Leistung durch Ergonomie**

Bequem und fehlerfrei picken

Bei einer Lebensdauer von 20 Jahren, die Logistikunternehmen für 1,2 Milliarden Euro investiert, können die ergonomischen Investitionen bei der Planung schon fast zwei Mal so hoch sein, wenn diese auf eine massive Nachfrage mit gleichzeitiger hoher Effizienz, Entlastung der Mitarbeiter und schnelleren Wägen von 14 Handling- /Warenhuber-Lagern 2000

14 Handling- /Warenhuber-Lagern 2000

**Leistung durch Ergonomie**

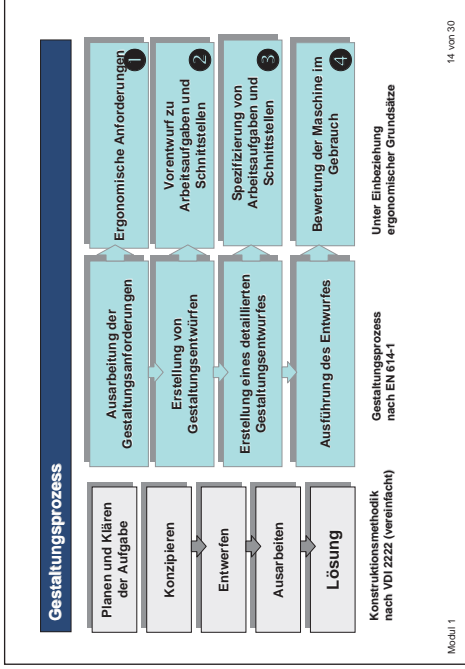
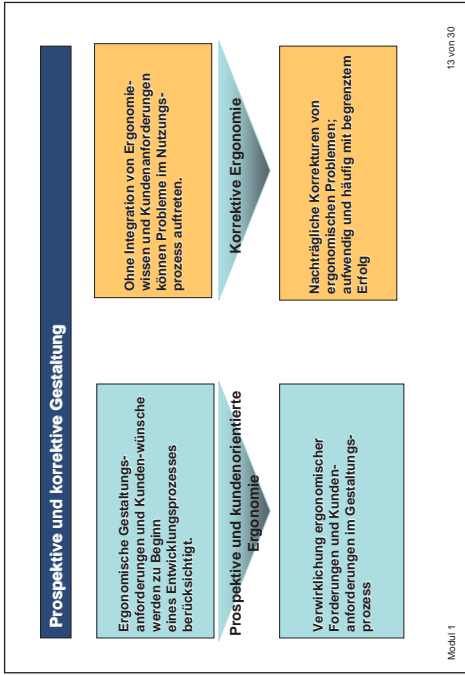
Bequem und fehlerfrei picken

Adrian Gasser, Leiter, Beschäftigte der Ergonomie-Gruppe, erklärt die Bedeutung der Ergonomie für die Sicherheit und die Produktivität der Mitarbeiter. Die Ergonomie ist ein zentraler Bestandteil der Produktion und hat einen direkten Einfluss auf die Qualität der Produktion. Die Ergonomie ist ein zentraler Bestandteil der Produktion und hat einen direkten Einfluss auf die Qualität der Produktion.

**AUTOMOTIVE** 

Handlung: [www.handlung.de](http://www.handlung.de)

Quellen: Werbeschriften der Unternehmen  
Modul 1  
12 von 30



### Festlegung ergonomischer Anforderungen

**1** Ergonomische Anforderungen

Gestaltungsprozess nach EN 614-1:2006

- Festlegung relevanter ergonomischer Anforderungs- und Bewertungskriterien auf der Grundlage allgemeiner ergonomischer Grundsätze
- Anforderungen aus Arbeitsprozess und -aufgabe
- Sammeln von Erfahrungen bei bestehenden Maschinen
- Beschreibung der Eigenschaften des erwarteten Bedienpersonals
- Risikobeurteilung

Modul 1 15 von 30

### Ausarbeitung des Vorentwurfes

**2** Vorentwurf zu Arbeitsaufgaben und Schnittstellen

Gestaltungsprozess nach EN 614-1

- Zuweisung der Funktionen und Aufgaben an das Bedienpersonal und die Maschine
- Beschreibung der Aufgaben und Tätigkeiten des Bedienpersonals
- Erstellung eines Entwurfes bzw. Konzeptes der Schnittstelle
- Bewertung der Schnittstelle des Systems „Bedienperson-Maschine“ anhand der festgelegten Kriterien

Modul 1 16 von 30

**Arbeitsaufgabe und Schnittstellen spezifizieren**
Gestaltungsprozess nach EN 614-1

Spezifizierung von Arbeitsaufgaben und Schnittstellen

a) Bewertung der Ergonomie des Systems „Bedienperson-Maschine“ im Detail unter Verwendung der relevanten Normen und falls erforderlich, Simulation der Aufgaben

b) Ermittlung und Umsetzung notwendiger Korrekturen an der Schnittstelle

c) Erstellung der Entwurfsdokumentation

Modul 1 17 von 30

**Bewertung der Maschine im Gebrauch**
Gestaltungsprozess nach EN 614-1

Bewertung der Maschine im Gebrauch

a) Durchführung von Prüfverfahren mit Bedienpersonal (Prüfpersonal)

b) Ermittlung und Durchführung notwendiger Modifikationen

c) Sammeln von Rückmeldungen über den tatsächlichen Gebrauch der Maschine

d) Festlegung der Gebrauchsanweisungen und des Ausbildungsgrades der Bedienperson

Modul 1 18 von 30

**3-Zonen-Bewertungssystem**
Gestaltungsprozess nach EN 614-1

Das 3-Zonenmodell stellt ein strukturiertes Vorgehen zur Risikominimierung von Konstruktionen dar

- **Zone 1 (Grüne Zone)**
  - Sicherer Konstruktion
  - Sicherer Betrieb
  - Ergonomische Grundsätze sind erfüllt für:
    - Häufig genutzte Aufgaben
    - Länger andauernde Aufgaben
    - Arbeiten mit Komfort (Wohlbefinden)
- **Zone 2 (Gelbe Zone)**
  - Ergonomische Grundsätze sind erfüllt für Aufgaben:
    - Mit zeitlich begrenzter Nutzung
    - Von kurzer Dauer
- **Zone 3 (Rote Zone)**
  - Ergonomische Grundsätze sind nicht erfüllt
  - Es gibt Bedingungen, welche zu einem unsicheren Betrieb führen können.

Modul 1 19 von 30

**Nutzen ergonomischer Gestaltung**

Auswahl von Beispielen für den Nutzen ergonomischer Gestaltung

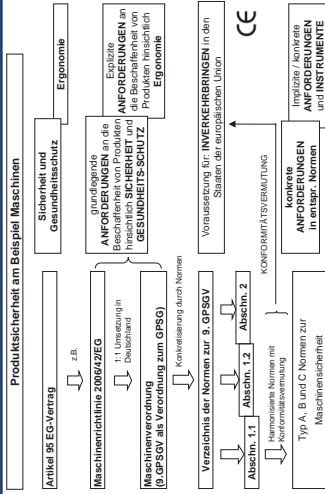
- Beispiel 1: Palettieren von Gebinden
- Beispiel 2: Montage von Notbeleuchtungen
- Beispiel 3: „Eisberg“ der Kosten bei unzureichender Ergonomie
- Beispiel 4: Effekte durch ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung
- Beispiel 5: Ergonomische Maschinengestaltung
- Beispiel 6: Ergonomische Maschinengestaltung – Komplexbeispiel

Modul 1 20 von 30

## Bedeutung von Normen und Vorschriften

Im Folgenden werden die Zusammenhänge zwischen Ergonomie und den europäischen Normen, Vorschriften und Regelwerken kurz vorgestellt

## Zusammenhang zwischen Vorschriften und Normung



## Inhalte von Normen zur Produktsicherheit

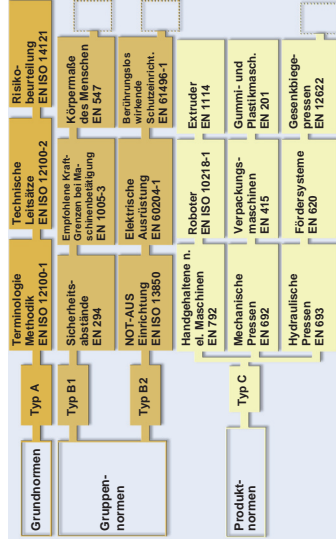
**A-Normen**  
 niedrige Sicherheitskonzepte und Grundsätze, die für alle Maschinentypen (in ähnlicher Weise) gelten.

**B1-Normen**  
 Legen Sicherheitsaspekte fest, die für eine Vielzahl von Maschinen gelten, z. B. Sicherheitsabstände, Körpermaße des Menschen, Körperkräfte, Lärm

**B2-Normen**  
 Zusätzliche Bestimmungen für sicherheitsrelevante Bauteile, z. B. Zweihandschaltung, Verriegelungen, Schuttmatten

**C-Normen**  
 sehr konkrete Anforderungen und Schutzmaßnahmen zu signifikanten Gefährdungen, die von einer bestehenden Maschine oder Gruppe von Maschinen ausgehen. Diese Normen beziehen sich auf die Normen des Typs A, B1 oder B2, die auf diese Maschine bzw. diese Gruppe von Maschinen anwendbar sind und umfassen eine Liste der in ihnen behandelten Gefahren.

## Hierarchischer Aufbau europäischer Sicherheitsnormen



## Regeln für die Abfassung von Sicherheitsnormen (DIN EN 414)

### Kapitel 6: Aufbau einer Sicherheitsnorm – Gliederungspunkte

Abschnitt „Vorwort“	
Abschnitt 6: „Einkleitung“	
Abschnitt 1: „Anwendungsbereich“	
Abschnitt 2: „Normative Verweisungen“	
Abschnitt 3: „Begriffe - Symbole und Abkürzungen“	
Abschnitt 4: „Liste signifikanter Gefährdungen“ einschließlich <b>Ergonomie</b>	
Abschnitt 5: „Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen“ einschließlich <b>Ergonomie</b>	
Abschnitt 6: „Festlegung der Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen“	
Abschnitt 7: „Benutzerinformationen“	
Abschnitt Anhänge (normative und informative Anhänge)	

Modul 1  
26 von 30

## Ergonomieaspekte in Normen

Ergonomische Aspekte	Unersapakte
1	1.1 Körpermitße
	1.2 Körperhaltung
	1.3 Körperkräfte
	1.4 Bewegungsraum
	1.5 Sehraum, Sehvermögen, Beleuchtung
2	2.1 Psych. Ermüdung, Ermüdungsfähige Zustände, Stress
	2.2 Anregung, Aktivierung
	3.1 Temperatur
	3.2 Vibrationen
	3.3 Lärm
	3.4 Gefahrstoffe
	3.5 Strahlung
	3.6 Elektromagnetischer Felder
	4.1 Signale
4	Anforderungen an (Maschinen-) Elemente zur Informationsaufnahme
	4.2 Anzeigen
	4.3 Software
5	Anforderungen an Informationsabgabe- und Beteiligungselemente
	5.1 Steuerelemente

Modul 1  
26 von 30

## Einbeziehung ergonomischer Anforderungen in Maschinennormen

- **Als Aussage im jeweiligen Normtext**  
 Beispiel: DIN EN 1998-01 Sicherheitsanforderungen an Gießereimaschinen und -anlagen der Form- oder sandbetrieblieferer Teile, Verhinderung unbeabsichtigter Sandausriffs aus undichten Stellen, Transport ohne Freien Fall, Anschluss von Einbaueinheiten an Absaugsystemen, Lüftungsmöglichkeiten.
- **Als normativer Verweis im Normtext**  
 Beispiel: DIN EN 1084-1:2009-10 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsmechanische Anforderungen an Konstruktion und Bau von Maschinen der Papierherstellung und Aluherstellung  
 Seite 13, Abs. 5.2.1: „Einrichtungen zur Staubabkämpfung sind z. B. gekapselte Zu- und Abluft von Sand oder sandbetrieblieferer Teile, Verhinderung unbeabsichtigter Sandausriffs aus undichten Stellen, Transport ohne Freien Fall, Anschluss von Einbaueinheiten an Absaugsystemen, Lüftungsmöglichkeiten.“
- **Über normative Verweise in den jeweiligen Kapitel 2 der Normen**  
 Beispiel: DIN EN 861:1997-10 Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen - Kombinierte Abbricht- und Dickentholmaschinen;  
 Körperkräfte: Seite 3, Abs. 2, Verweis auf E DIN EN 1005-2
- **Über das Literaturverzeichnis oder den informativen Anhang der Normen**  
 Beispiel: DIN EN 289:2004-11 Gummi- und Kunststoffmaschinen - Pressen - Sicherheitsanforderungen;  
 Lärm: Seite 34, Literaturhinweise, Verweis auf DIN EN ISO 11688-1 und-2

Modul 1  
27 von 30

## Ergonomienormung am Beispiel Bearbeitungszentrum

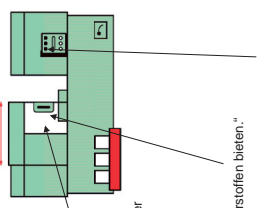
**Auszug aus DIN EN 12417:2007-03  
 Werkzeugmaschinen - Sicherheit -  
 Bearbeitungsanlagen**

**Beispiel Körpermaße:**  
 - Zugangsöffnungen müssen "EN 547-1, - 2, - 3 entsprechen"

**Beispiel Sehraum, Sehvermögen, Beleuchtung; Bedienung:**  
 Wenn routinemäßig die Beobachtung des Maschinenbetriebs erforderlich ist, müssen Einrichtungen (z.B. Fenster) vorhanden sein, die dies ohne die Notwendigkeit zum Öffnen, Entleeren oder Außerfalschen einer trennenden Schutzvorrichtung oder einer nicht trennenden Schutzvorrichtung des Arbeitsbereiches ermöglichen.

**Beispiel Gefahrstoffe:**  
 „Arbeitsräumen müssen: [...] Schutz vor Spänen und Kühlschmierstoffen bieten.“

**Beispiel Anzeigen:**  
 „Am Bildschirm angezeigte Informationen müssen klar und eindeutig sein, Reflexionen und Blendung sind zu minimieren (siehe EN 684-1 und -2).“



Modul 1  
28 von 30

## Anwendung von Normen mit ergonomischen Schwerpunkten

Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterialien)



Allgemeine Einordnung der  
Ergonomie in die Europäische  
Normung

KAN-Studie 40 - „Entwicklung von Leitmodulen für die Berücksichtigung ergonomischer Aspekte in der Ausbildung von Konstrukteuren“

Modul 1

29 von 30

## Technische Regeln zu Ergonomienormen

- **DIN-Taschenbuch 352** Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen
- **DIN EN 614-1** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Begriffe und allgemeine Leitsätze
- **DIN EN 614-2** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben
- **DIN EN 13681** Sicherheit von Maschinen - Leitfaden für die Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen
- **DIN EN ISO 6385** Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen

### Literatur:

Rohmert, W.: Das Belastungs-Beanspruchungskonzept, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 38. Jg. (1984), H.4, S. 193-200

Für weitere Recherchen nutzen Sie die Datenbank ErgoNoRA

<http://www.nora.kan.de/ergo/>

Modul 1

30 von 30



# Beschreibung Modul 2

<b>Modulnummer:</b>	<b>Modul 2</b>
<b>Modultitel:</b>	<b>Anthropometrische und biomechanische Aspekte ergonomischer Gestaltung</b>
<b>Modulverantwortlicher: Entwickler</b>	Westfälische Hochschule Zwickau, Institut für Produktionstechnik, Professur Arbeitswissenschaft TU Dresden, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme im Auftrag der KAN
<b>Erarbeitet/aktualisiert am</b>	September 2007
<b>Zeitbedarf:</b>	90 min mit 2 Teilen (52 min Anthropometrie und 38 min Biomechanik)
<b>Lernziele:</b>	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sollen folgende Kenntnisse vorliegen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Verständnis menschlicher Maße und deren Verteilung</li><li>– Erkennen der Zusammenhänge zwischen Körper- und Gestaltungsmaß und Differenzierung von Gestaltungsmaßen</li><li>– Erkennen von Einflussfaktoren auf Körpermaße</li><li>– Kenntnis von nationalen und internationalen Datenquellen und deren Handhabung</li><li>– Wissen zu wichtigen sichtsgeometrischen Daten, deren Anwendung und Bedeutung</li><li>– Einsicht in konventionelle und moderne Hilfsmittel der Arbeitsplatz- und Produktauslegung</li><li>– Erkenntnisse zu Sitzbezugspunkten für die konstruktive Gestaltung</li><li>– Wissen zu wichtigsten Funktionsmaßen wie Greifräume, Körperfreiräume, Sicherheitsabstände und deren Bedeutung und Unterscheidung</li><li>– Erfassung von Aspekten der physischen Belastung und Beanspruchung</li><li>– Unterscheidung der Wirkung physischer Belastung auf den Menschen</li><li>– Einsicht in die Arten von Muskelarbeit</li><li>– Einsicht in Aufbau und Wirkungsweise der Wirbelsäule</li><li>– Wissen zu Belastungsfaktoren und -grenzen</li><li>– Einblick in Bewertungsansätze sowie normative Bezüge</li></ul>



# Beschreibung Modul 2

## Detaillierte Beschreibung der Modulinhalte

<b>Modul 2: Anthropometrische und biomechanische Aspekte ergonomischer Gestaltung</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
<b>Modul 2-1 Körpermaßverteilung und -differenzierung sowie Datenbanken für Körpermaße</b>				
6	Einleitung, Zielsetzung und Wege anthropometrischer Gestaltung Normalverteilung der Körperlängenmaße, Perzentilbegriff und -anwendung, Körpergrößenklassen	○	Modul 2-1 Folien 1-3, Notizen	Dozent
4	Aufbau und Inhalte von Maßtabellen sowie Arbeitsweise damit	○/W	Modul 2-1 Folie 4, Notizen	Dozent/ Teilnehmer
5	Einflussfaktoren auf die Variation von Körpermaßen und deren Bedeutung	○	Modul 2-1 Folien 5-10, Notizen	Dozent, Teilnehmer
separat	Beispiel Versandlager	W	Modul 2-1 Folie 11 mit Link auf weiterführende Folien	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführende Quellen	W	ab Modul 2-1 Folie 13 (Arbeitsmaterialien)	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
<b>Modul 2-2 Visuelle Daten für die anthropometrische Gestaltung</b>				
4	Einleitung, Kenngrößen der Sichtgeometrie	○	Modul 2-2 Folien 1-4, Notizen Beispiel Modul 2-2 Folie 3	Dozent
4	zentrales und peripheres Sehen	○	Modul 2-2 Folien 5, 6, Notizen	Dozent
4	Sehbereiche und deren Bedeutung	○/W	Modul 2-2 Folien 7, 8, Notizen ggf. Diskussionsgrundlage	Dozent, Teilnehmer
separat	Beispiel Kranführer	W	Modul 2-2 Folie 9 mit Link auf weiterführende Folien	Dozent

<b>Modul 2: Anthropometrische und biomechanische Aspekte ergonomischer Gestaltung</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
separat	Beispiel Gabelstapler	W	Modul 2-2 Folie 9 mit Link auf weiterführende Folien	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführende Quellen	W	Arbeitsmaterialien ab Modul 2-2 Folie 12	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
<b>Modul 2-3 Konstruktive Hilfsmittel für die anthropometrische Arbeitsplatz- und Produktauslegung</b>				
4	Einleitung, Übersicht über Hilfsmittel und Erläuterungen Anwendungsbeispiel Schablonensomatographie	O	Modul 2-3 Folien 1-4, Notizen, Beispiel Modul 2-3 Folie 4	Dozent
3	Sitzbezugspunkte, deren Charakteristik, Anwendung und normativer Bezug	O	Modul 2-3 Folien 5-7, Notizen	Dozent
3	Übersicht zu Kategorien digitaler Menschmodelle, Nennung von Unterscheidungsmerkmalen, Einsatzfeldern	O	Modul 2-3 Folien 8, 9, Notizen, Filmsequenz	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführende Quellen	W	ab Modul 2-3 Folie 12	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
<b>Modul 2-4 Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/Funktionsmaße</b>				
6	Einleitung, Einordnung Funktionsmaße, Erläuterung wichtiger Größen des Bewegungsraums: Greifraum, Wirkraum, Körperfreiraum und ihre Anwendungen	Folien: O	Modul 2-4 Folien 1-4, Notizen, Beispiel Modul 2-4 Folie 3	Dozent, Teilnehmer
4	Geometrische Gestaltungsmaßnahmen bei mechanischen Gefährdungen, Ableitung der Kenngrößen Sicherheitsabstand, Maximal- und Mindestabstand	O	Modul 2-4 Folie 5, Notizen	Dozent

# Beschreibung Modul 2

<b>Modul 2: Anthropometrische und biomechanische Aspekte ergonomischer Gestaltung</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
5	Allgemeine Arbeitsplatzgrundtypen und ihre Merkmale, Beispiel Pflanzpflug	O	Modul 2-4 Folien 6-9, Notizen, Beispiel Modul 2-4 Folien 8, 9	Dozent
separat	Beispiel Näharbeitsplatz (inkl. Filmsequenz)	W	Modul 2-4 Folie 10 mit Link auf weiterführende Folien	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 2-4 Folie 13	Dozent
separat	Übungsbeispiel zu Modul 2-1 bis 2-4: Anthropometrie	W	Arbeitsblätter für Studenten, Foliensatz mit Arbeitsblättern und Lösungsblättern für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
<b>Modul 2-5 Arten von Muskelarbeit und Bestimmungsgrößen für Körperkräfte</b>				
5	Einleitung, Zielstellung für Dimensionierung von Aktionskräften, Arten von Muskelkräften, Wirkung, Belastungsunterschied, Begriffsklärungen	O	Modul 2-5 Folien 1-4, Notizen	Dozent
3	Bestimmungsgrößen maximaler statische Aktionskräfte, Anwendungsgrenzen, Geltungsbereich maximaler Kräfte	O	Modul 2-5 Folie 5, Notizen	Dozent
5	Datenbanken, Isodyn, Beispiel	O	Modul 2-5 Folie 6, Notizen	Dozent, Teilnehmer
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 2-5 Folie 9	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
<b>Modul 2-6 Ermittlung zulässiger Körperkräfte</b>				
3	Einleitung, Übersicht über Einflussfaktoren auf Körperkräfte	O	Modul 2-6 Folien 1, 2, Notizen	Dozent
5	Personenbezogene und tätigkeitsbezogene Einflüsse	O	Modul 2-6 Folien 3-5, Notizen	Dozent
separat	Beispiel Trolley	W	Modul 2-6 Folie 10 mit Link auf weiterführende Folien	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 2-6 Folie 14	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer

<b>Modul 2: Anthropometrische und biomechanische Aspekte ergonomischer Gestaltung</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
<b>Modul 2-7 Belastungsfaktoren und biomechanische Wirkungsmechanismen bei manueller Lastenhandhabung</b>				
6	Einleitung, Arten der Muskelarbeit, Gesundheitsgefährdung der Wirbelsäule, Abschätzung der Bandscheibenlast	O	Modul 2-7 Folien 1-4, Notizen	Dozent
6	Belastungsgrenzen für lumbale axiale Druckkräfte Tätigkeits-, vorgangsbedingte Belastungsfaktoren, Zeiteinfluss	O	Modul 2-7 Folien 5-11, Notizen	Dozent
separat	Beispiel Gussputzer (inkl. Filmsequenz)	W	Modul 2-7 Modul 2-7 Folie 12 mit Link zu weiterführenden Folien	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 2-7 Folie 15	Dozent
separat	Übungsbeispiel zu Modul 2-5 bis 2-7: Biomechanische Körperkräfte	W	Arbeitsblätter für Studenten, Foliensatz mit Arbeitsblättern und Lösungsblättern für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer

Legende der verwendeten Abkürzungen:

O – obligatorisch

W – wahlweise

Körpermaße

Übersicht

**Körpergrößenklassen und -kennwerte**

**Einflussfaktoren auf die Variation von Körpermaßen**

**Nutzergruppe**

**Ergonomische Anforderungsmerkmale**

**nutzgerechter maßlicher Auslegung von Produkten und Arbeitsplätzen**

**Geometrische Auslegung**

**von Produkten unter Beachtung größerer anthropometrischer Differenzen in der Nutzergruppe**

**Datenquellen für Körpermaße und normative Bezüge**

Körpermaße

Übersicht

Zielsetzung der Gestaltung

Anforderungskategorien in nutzgerechter maßlicher Auslegung von Produkten und Arbeitsplätzen:

- Sicherheit (Einhaltung von Sicherheitsabständen),
- Erreichbarkeit, Funktionssicherheit (z. B. bei Betätigung von Stelleilen),
- ausreichender Bewegungsraum (Zugänglichkeit für Teile des Körpers, Freiräume, Wirkräume),
- physiologisch günstige Körperhaltungen (Anpassung an wechselnde Belastungen),
- sicheres und ermüdungsarmes Handhaben von Gegenständen,
- Optimierung der Sichtgeometrie (Sichtmaße, Blickwinkel, -felder)

Körpermaße

Übersicht

Körpergrößenklassen

Übersicht

**Frauen**

1625

1650

1535

**Männer**

1720

1750

1855

5. Perzentil

50. Perzentil

95. Perzentil

5. Perzentil

50. Perzentil

95. Perzentil

Frau

Man

ca. 90 Prozent der männlichen und weiblichen Nutzergruppe

Körpermaße

Übersicht

Körpermaße

Übersicht

**Nach DIN 33 402-2:2005-12**

Liniensymbol	männlich			weiblich		
	5.	50.	95.	5.	50.	95.
1	1625	1650	1675	1535	1560	1585
2	1625	1650	1675	1535	1560	1585
3	1625	1650	1675	1535	1560	1585
4	1625	1650	1675	1535	1560	1585
5	1625	1650	1675	1535	1560	1585
6	1625	1650	1675	1535	1560	1585
7	1625	1650	1675	1535	1560	1585
8	1625	1650	1675	1535	1560	1585
9	1625	1650	1675	1535	1560	1585
10	1625	1650	1675	1535	1560	1585
11	1625	1650	1675	1535	1560	1585
12	1625	1650	1675	1535	1560	1585
13	1625	1650	1675	1535	1560	1585
14	1625	1650	1675	1535	1560	1585
15	1625	1650	1675	1535	1560	1585
16	1625	1650	1675	1535	1560	1585
17	1625	1650	1675	1535	1560	1585
18	1625	1650	1675	1535	1560	1585
19	1625	1650	1675	1535	1560	1585

Körpermaße

Übersicht

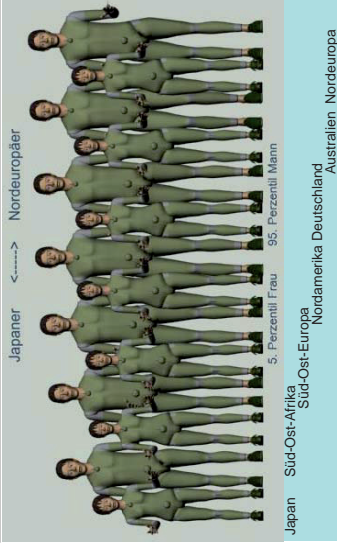
### Einflussfaktoren auf die Körpermaße

<b>Geschlecht</b>	Bsp. Körperhöhe Mann ⇔ Frau ca. 13 cm
<b>Alter</b>	Bsp. Körperhöhe (60%-II) 20-24 J. ⇔ 60-64 J. 1765mm ⇔ 1685mm ca. 8 cm
<b>säkulare Akzeleration</b>	Bsp. Körperhöhe Zunahme/Jahrzehnt: ca. 1 cm
<b>ethnische Unterschiede</b>	Bsp. Körperhöhe Nordeuropäer > Südeuropäer ca. 8 cm
<b>proportionale Unterschiede</b>	

Modul\_2\_1\_1\_V01

5 von 16

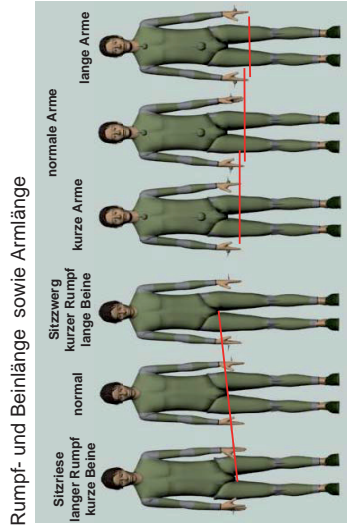
### Internationale Körpermaße - Ethische Unterschiede



Modul\_2\_1\_1\_V01

6 von 16

### Proportionale Unterschiede - Proportionstypen

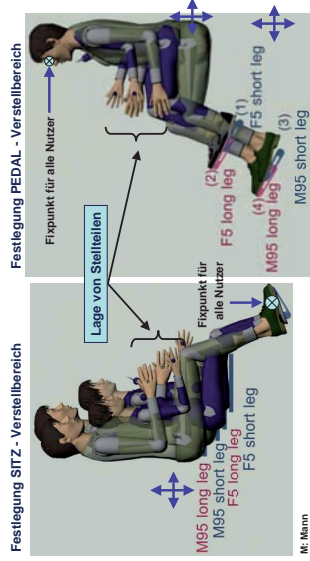


Modul\_2\_1\_1\_V01

7 von 16

### Proportionstypen: Repräsentanzpersonen

#### Anthropometrische Differenzen in der Nutzergruppe für:



Mr. Mann  
F. Frau

Modul\_2\_1\_1\_V01

8 von 16

**Definition der Nutzergruppe**

**Produkt/Arbeitsplatz für eine Zielgruppe**  
 Bestimmung aller gestaltungsrelevanten Körpermaße aus den Zielgruppenbesonderheiten

**Ermittlung von Anforderungen aus spezifischen Vorschriften**  
 (z. B. Körpergrößenbegrenzung Piloten, normativ festgelegter Körpergrößenbereich für Führerstand Triebfahrzeuge Schienenverkehrs)

**Festlegung von Eigenschaften der Nutzer**

- Geschlecht
- Bevölkerungsgruppe/Nationalität
- Altersgruppe
- Körpergrößenperzentil
- Akzelerationsstufe

**Festlegung von Gestaltungsmaßen**

**Ableitung relevanter Körpermaße, die die Gestaltungsmaße bestimmen bzw. beeinflussen**

- Geometrischer Referenzpunkt (Fixierung), z. B. Auge, Hand, Fuß, H-Punkt
- Anthropometrisches Körpermaß, z.B. Unterschenkellänge
- Korpulenz, z.B. Varianz der Körperteile
- Proportion (Sitzriese, -zwerg) z. B. Augpunkt für Frau 95 (F95) kurzer Körperstamm


Modul\_2\_1\_V01 9 von 18

**Somatotypen**

Geometrische Auslegung von Produkten unter Beachtung größter anthropometrischer Differenzen in der Nutzergruppe:

**Längenmaße:**  
 kleiner, korpulente, kurzbeinige Frau ↔ großer langbeiniger schlanker Mann

**Breiter-, Tiefer-, Umfangsmaße:**  
 kleiner, korpulenter, kurzbeiniger Mann ↔ große schlanke, langbeinige Frau



Modul\_2\_1\_V01 10 von 18

**Beispiel**

**Versandlager**

Modul\_2\_1\_V01 11 von 18

**Körpermaßverteilung u. -differenzierung sowie Datenquellen für Körpermaße**

**Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)**

Modul\_2\_1\_V01 12 von 18

### Datenquellen für Körpermaße und normative Bezüge

- DIN EN 340** Sicherheit von Maschinen - Körpermaße des Menschen - Mindestabstände zur Vermeidung des Querschneitens von Körpergliedern
- DIN EN 547-1** Sicherheit von Maschinen - Körpermaße des Menschen - Grundlagen zur Bestimmung von Abmessungen für Greifkörpergröße von Maschinenendeffektoren
- DIN EN 547-2** Sicherheit von Maschinen - Körpermaße des Menschen - Grundlagen für die Bemessung von Zugöffnungen
- DIN EN 547-3** Sicherheit von Maschinen - Körpermaße des Menschen - Körpermaßdaten
- DIN EN 614-2** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben
- DIN EN ISO 7250** Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung
- DIN 33402-1** Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Begriffe, Messverfahren
- DIN 33402-2** Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Werte
- DIN 33402-3** Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Bewegungsräume bei verschiedenen Grundstellungen und Bewegungen
- DIN 5566-1** Schienenfahrzeuge - Führeräume - Allgemeine Anforderungen
- DIN 5566-2** Schienenfahrzeuge - Führeräume - Zusatzanforderungen an Eisenbahnfahrzeuge
- DIN EN ISO 3411** Erdbaumaschinen - Körpermaße von Maschinennutzern und Mindestfahrraum
- DIN EN ISO 15537** Grundzüge für die Auswahl und den Einsatz von Pulpipersonen zur Prüfung anthropometrischer Aspekte von Industrieerzeugnissen und deren Gestaltung

Weitere Normen finden Sie unter [www.norra.kan.de](http://www.norra.kan.de).

Modul\_2\_1\_1\_01

13 von 18

Modul\_2\_1\_1\_01

15 von 18

### Datenquellen für Körpermaße und normative Bezüge

- DIN Taschenbuch 390** Körpermaße und Körperkräfte
  - DIN 33402-1** Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Begriffe, Messverfahren
  - DIN 33402-2** Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Werte
- ⇒ Körpermaßdaten für Wohnbevölkerung der Bundesrepublik (Einbeziehung von Migranten)
- ⇒ geschlechtsspezifisch
  - ⇒ Altersgruppe 18 – 65 Jahre
  - ⇒ Vertrauensbereich 5. bis 95. Perzentil
- DIN 33402-2 Beiblatt 1** Ergonomie - Körpermaße des Menschen - Werte; Beiblatt 1: Anwendung von Körpermaßen in der Praxis
  - Anthropologischer Datenatlas** (1986) in: Flügel B., Grell H., Sommer K. (1986): Anthropologischer Atlas. Grundlagen u. Daten

Modul\_2\_1\_1\_01

14 von 18

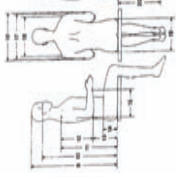
### Datenquellen für Körpermaße und normative Bezüge

- Internationaler anthropometrischer Datenatlas (1993) in:** Internationaler anthropometrischer Datenatlas: Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb. 587. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven. Jürgens, H. W. (1993)
- Körpermesswerte des Europamenschen (1998) in:** Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 108, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund 1998  
Europamensch:
  - ⇒ Grenzperzentile P5 und P95;
  - ⇒ Nordregion: Grenze für 95. Perzentil
  - ⇒ Südregion Grenze für 5. Perzentil
  - ⇒ Grenzperzentile nicht geschlechtsdifferenziert
  - ⇒ Altersgruppe 18 bis 60 Jahre

### Datenquellen für Körpermaße und normative Bezüge

#### Körpermesswerte des Europamenschen nach Arbeitswiss. Erkenntnisse Nr. 10

Maß-Nr. (in Abb.)	Beschreibung des Maßes	5. Perzentile	90. Perzentile	95. Perzentile
9	Schulhöhe, Körpergröße, Stammlänge	1750	1850	1865
10	Augenhöhe	1680	1790	1800
11	Schularenhöhe	510	623	656
12	Schulter-Elektroden-Länge	288	346	410
13	Ellenbogenhöhe	190	243	260
14	Oberarmhöhe	112	146	170
15	Ellenbogen-Hangarm-Länge	240	279	318
16	Brust über den Ellenbogen	390	478	540
17	Schulterbreite (isoliert)	295	374	415
18	Schulterbreite (planometrisch)	320	390	425
19	Fußbreite	333	398	440
20	Fußlänge des Unterschenkels mit Fuß	350	380	444
21	Beinlänge	195	237	350
22	Kniehöhe	460	530	602



Modul\_2\_1\_1\_01

Quelle: Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 108, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.



## Datenquellen für Körpermaße und normative Bezüge

### Internationale Standards zu menschlichen Körpermaßen für Maschinensicherheit

- **DIN EN ISO 14738** Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen
- **DIN EN ISO 7250** Wesentliche Maße des menschlichen Körpers für die technische Gestaltung
- **DIN EN 614-2** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben
- **DIN EN ISO 3411** Erdbaumaschinen - Körpermaße von Maschinenführern und Mindestfreiraum
- **DIN EN 547-3** Körpermaße des Menschen - Körpermaßdaten

Modul\_2\_1\_V01

17 von 18

## Literaturverweise

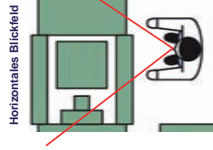
- **BULLINGER, H.-J. (1994):** Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.
- **JÜRGENS H. W.; MATZDORFF I.; WINDBERG J. (1998):** Internationale anthropometrische Daten als Voraussetzung für die Gestaltung von Arbeitsplätzen und Maschinen, 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, 108).
- **KIRCHNER, J.-H.; BAUM E. (1990):** Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. München: Carl Hanser.
- **KIRCHNER, A.; KIRCHNER, J.-H.; KLIEM, M.; MÜLLER, J. M. (1990):** Räumlichergonomische Gestaltung: Handbuch, 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 632).
- **LANG E. W.; WINDEL, A. (2002):** Kleine ergonomische Datensammlung. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Modul\_2\_1\_V01

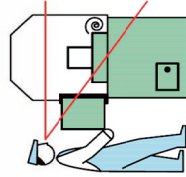
18 von 18

## Visuelle Daten für die anthropometrische Gestaltung

### Übersicht



Horizontales Blickfeld



Vertikales Blickfeld

### Sehachse

#### Sehentfernung

#### Zentrales und peripheres Sehen

#### Sehbereiche und deren Bedeutung

Modul\_2\_2\_V01

1 von 13

## Wichtige Kenngrößen der Sichtgeometrie – Sehachse

### Sehachse = Blicklinie (Verbindungslinie Auge - Sehobjekt)

- Entdeckungsaufgaben: Sehachse gemäß Blickrichtung  
→ Reizwahrnehmung (Existenz von Signalen)

- Überwachungsaufgaben: normale Sehachse körperhaltungsabhängig
- Erspannte Augen: Sehachse gegen Horizontale: ca.  $10^\circ$  -  $15^\circ$
- Erspannter Kopf: Sehachse gegen Horizontale: Stehen: ca.  $15^\circ$ - $20^\circ$  Sitzen: ca.  $25^\circ$



### Gesamtauslenkung normale Sehachse:



Modul\_2\_2\_V01

2 von 13

## Wichtige Kenngrößen der Sichtgeometrie – Sehachse – Form eines Pultaufbaus

### Manuelle Prozessführung

aufrechte Sitzposition

→ Auslenkung Sehachse gegen Horizontale: ca.  $35^\circ$

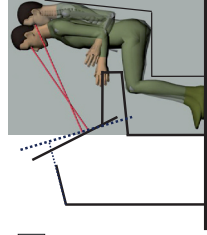
### Automatische Prozessführung

hintere Sitzhaltung

→ Auslenkung Sehachse gegen Horizontale:

$35^\circ$  - ( $10^\circ$  bis  $15^\circ$ ) =  $25^\circ$  bis  $20^\circ$

→ Rumpfeinigung nach hinten



Modul\_2\_2\_V01

3 von 13

## Wichtige Kenngrößen der Sichtgeometrie – Sehentfernung

### Der Sehabstand hängt ab von:

- der Art der Sehaufgabe,
- der Beleuchtungsstärke,
- dem individuellen Sehvermögen,
- Größe, Form, Farbe des Sehobjekts,
- Struktur (Textur), Kontrast der Sehbjektumgebung

### Richtwerte für bevorzugte Sehentfernungen:

- 120...250 mm Feinsarbeiten (Kleinstteile, Uhren, elektronische Bauelemente)
- 250...350 mm Feinarbeiten (Rundfunk-, Fernsehgeräte)
- bis 500 mm mittelgrobe Arbeiten (Ablesen von Anzeigen, Arbeit an Maschinen)
- > 500...1500 mm grobe Arbeiten (Verpacken, Schleifarbeiten)
- > 1500 mm Fernsicht

Modul\_2\_2\_V01

4 von 13

**Sehbereich – Zentrales Sehen: Fixation**

**Erkennbarkeit von Zeichen:**

Sehwinkel  $\alpha$  in Winkelminuten  
Sehobjektgröße  $h$  in mm  
Sehenentfernung  $S$  in mm

$h = 2 \cdot S \cdot \tan \frac{1}{2} \cdot \alpha$

Werte ab 2 Bogenminuten fehlerfrei (= Winkelminuten =  $1/60^\circ$ )

**Größe des Sehwinkels**  
→ optimal:  $18^\circ - 22^\circ$   
→ zulässig:  $15^\circ - 18^\circ$

**Fixation: Verweilen des Blickes  $\geq 0,3$  sec.**  
**Zentrales Sehen: 100% Sehschärfe 1 Grad zum Fixationspunkt**

Modul\_2\_2\_V01 5 von 13

**Sehbereich – Zentrales Sehen versus peripheres Sehen**

Merkmal	zentrales System - Fixation	peripheres System - Gesichtsfeld
absolute Lichtempfindlichkeit	gering	hoch
Farbempfindlichkeit	hoch	gering
Sehschärfe (räumliche Auflösung)	hoch	gering
Bewegungsempfindlichkeit (zeitliche Auflösung)	gering	hoch
Spezialisierung	Detailwahrnehmung	Bewegung, Veränderung
Funktion	inhaltliche Analyse des Gesehenen	"Alarmreflex", Steuern der Blickbewegungen "Orientierungsreflex", Bewegung und Veränderung nahhohester Primat

Modul\_2\_2\_V01 6 von 13

**Sehbereich – peripheres Sehen: Gesichtsfeld, Farbg Gesichtsfeld**

**Gesichtsfelder links, rechts horizontales und binokular für Hellreize**

**binokulares Farbgesichtsfeld**

27° Blau  
26° Gelb  
20° Rot  
19° Grün

**Farbgesichtsfeld < Hell-Dunkel-Gesichtsfeld**  
blau > gelb > rot > grün

(Quelle: DIN 15986:2006-02)

Modul\_2\_2\_V01 7 von 13

**Sehbereich – Maximales und optimales Blickfeld**

35° 38° 0°  
15° 15°  
Normalblicklinie bei gespannter Kopfhaltung 22°

**± 15° Optimales Blickfeld**

**Weiterer Sehbereich: Umblickfeld: bewegter Kopf und bewegte Augen**

Modul\_2\_2\_V01 8 von 13

**Beispiele**

Arbeitsplatz Kranführer

Arbeitsplatz Gabelstapler

Modul\_2\_2\_V01

9 von 13

**Visuelle Daten für die anthropometrische Gestaltung**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen**

Quelle 1: **DIN 15996:2006-02** Bild- u. Tonbearbeitung in Film-, Video- u. Rundfunkbetrieben - Grundsätze u. Festlegungen an den Arbeitsplatz

Modul\_2\_2\_V01

10 von 13

**Visuelle Daten für die anthropometrische Gestaltung**

**Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)**



Modul\_2\_2\_V01

11 von 13

**Visuelle Daten für die anthropometrische Gestaltung**

**DIN EN 934-2** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen – Anzeigen

**ISO/DIS 9355-4** Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen - Lage und Anordnung von Anzeigen und Stelleilen (entspricht E DIN EN 894-4)

**DIN EN ISO 14738** Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen

**DIN EN ISO 9241-5** Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Anforderungen an visuelle Anzeigen

**DIN EN 29241-3** Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten – Anforderungen an Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung

**DIN 15996** Bild- und Tonbearbeitung in Film-, Video- und Rundfunkbetrieben - Grundsätze und Festlegungen für den Arbeitsplatz

**DIN EN ISO 11064-5** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Anzeigen und Stelleile

Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul\_2\_2\_V01

12 von 13

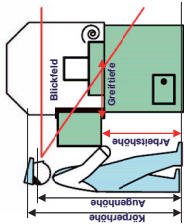
## Literaturverweise

- **KIRCHNER, J.-H.; BAUME, (1990):** Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. München: Carl Hanser.
- **LANG, W.; WINDEL, A. (2002):** Kleine ergonomische Datensammlung. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- **MARQUART, S. (1997):** Handbuch der Ergonomie. Weiden: Schuch.
- **MARTIN, H. (1994):** Grundlagen der menschengerechten Arbeitsgestaltung. Handbuch für die betriebliche Praxis. Köln: Bund-Verlag
- **SACHS, S.; TEICHERT, H.-J.; RENTZSCH, M. (1994):** Ergonomische Gestaltung mobiler Maschinen. Handbuch für Konstrukteure, Planer, Ergonomen, Designer und Sicherheitsfachkräfte. 1. Auflage. Landsberg: Ecomed.
- **SCHMIDTKE, H. (1993):** Ergonomie. 3. Auflage. München: Carl Hanser.

## Hilfsmittel für die Arbeitsplatz- und Produktauslegung

### Übersicht

- Maßtabelle
- normierte Berechnungsverfahren
- Orientierende Abmessungsempfehlungen
- Schablone somatographie
- Computersomatographie (digitale Menschmodelle)
- Virtuelle Menschmodelle in Powerwall- und Caveprojektionssystemen



Modul\_2\_3\_V01

1 von 14

## Hilfsmittel für die Arbeitsplatz- und Produktauslegung

### Einflussgrößen

Anthropometrische Gegebenheiten der Nutzergruppe  
Arbeitsanforderungen  
Körperhaltung



### Verfahren/Hilfsmittel

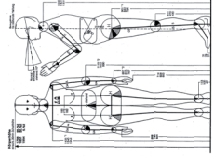
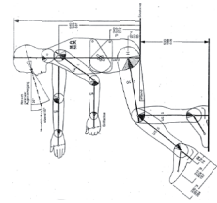
- Maßtabelle
- normierte Berechnungsverfahren
- Orientierende Abmessungsempfehlungen
- Schablone somatographie
- Computersomatographie (digitale Menschmodelle)
- Virtuelle Menschmodelle in Powerwall- und Caveprojektionssystemen

Modul\_2\_3\_V01

2 von 14

## Schablone somatographie mit Körpermischschablonen

**Sechs Körpergrößen:** Maßstab: 1:10 und 1:5 und 1:2,5  
 Kleine Frau (5 %-il)    Mittlere Frau (50 %-il)    Große Frau (95 %-il)  
 Kleiner Mann (5 %-il)    Mittlerer Mann (50 %-il)    Großer Mann (95 %-il)  
 Bewegliche Körperglieder mit Gelenkwinkelgrenzen und Komfortwinkeln

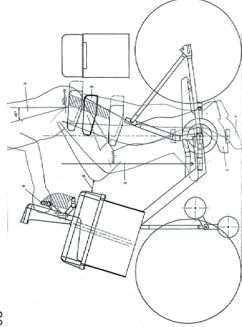
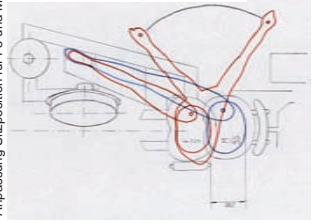


Modul\_2\_3\_V01

3 von 14

## Schablone somatographie – Anwendung am Beispiel Forstwirtschaftlicher Pflanzpflug und Postrad

**Forstwirtschaftlicher Pflanzpflug:**  
Anpassung Sitzposition für F5 und M95



**Lastenrad für Postzustellung:**  
Anpassung der Rahmengröße und Verstellbarkeit von Sattel und Lenker für F5 und M95

Modul\_2\_3\_V01

4 von 14

**Sitzbezugspunkte und deren Anwendung**

**Hüftpunkt (H-Point)**

Punkt auf der Medianebene des Menschen, der im theoretischen Schnittpunkt der Torsachse und auf die Ebene projizierten Oberschenkelängsachse liegt

**H-Point / Seating Reference Point / R-Point**

Quelle: I.D.N. 70203-11893-02

Modul\_2\_3\_V01 5 von 14

**Weitere Sitzbezugspunkte und deren Anwendung**

**Sitzindexpunkt (Seat Index Point) SIP**

- liegt innerhalb eines Toleranzfeldes von ±10 mm um den gemessenen H-Punkt
- Anwendungsbereich: Land- und Baumaschinen

**Seat Reference Point (SRP) / (Sitzreferenzpunkt)**

- Drehpunkt zwischen Rückenlehne und Sitzfläche des Sitzes
- Anwendung:
  - Schienefahrzeuge
  - land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen

**Augenbezugspunkt DEP (Design Eye Point)**

- Einfügepunkt für Pilotensitze
- alle Piloten-Augpunkte müssen im sog. DEP zu liegen kommen
- von da aus wird die Line of Sight festgelegt

Modul\_2\_3\_V01 6 von 14

**Sitzbezugspunkte – Beispiel Sitzindexpunkt Baumaschinen**

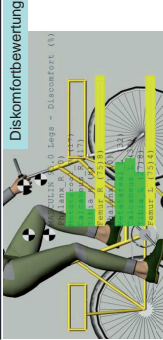
- Platzierung eines Menschmodells (bzw. Schablone) auf dem Sitz
- SIP des Sitzes und H-Point des man models sind deckungsgleich

Modul\_2\_3\_V01 7 von 14

**Kategorien digitaler Menschmodelle mit Beispielen**

Modul\_2\_3\_V01 8 von 14

## Digitale Menschmodelle – Beispiel: IDO: Ergonomix



### Schattenprojektion



### Sichtfelder



### Kollisionsuntersuchung



### Spiegelprojektion



Modul\_2\_3\_V01

9 von 14

## Konstruktive Hilfsmittel für die anthropometrische Arbeitsplatz- und Produktauslegung

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen

Quelle 1: **DIN 70020-1:1993-02** Straßenfahrzeuge – Kraftfahrzeugbau - Begriffe von Abmessungen

Modul\_2\_3\_V01

10 von 14

## Konstruktive Hilfsmittel für die anthropometrische Arbeitsplatz- und Produktauslegung

### Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)



## Konstruktive Hilfsmittel für die anthropometrische Arbeitsplatz- und Produktauslegung

- DIN Taschenbuch 390** Körpermaße und Körperkräfte
- DIN 33408-1** Körperumrisschablonen für Sitzplätze
- ISO 15534-2** Ergonomische Gestaltung für die Sicherheit von Maschinen - Grundlagen für die Bemessung von Zugangsoffnungen
- DIN EN ISO 15536-1** Ergonomie - Computer-Manikins und Körperumrisschablonen - Allgemeine Anforderungen
- DIN EN ISO 15536-2** Ergonomie - Computer-Manikins und Körperumrisschablonen - Prüfung der Funktion und Validierung der Maße von Computer-Manikin-Systemen
- DIN EN ISO 14738** Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen
- DIN EN 1005-4** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen
- DIN 33406** Arbeitsplatzmaße im Produktionsbereich - Begriffe, Arbeitstypen, Arbeitsplatzmaße
- DIN 33419** Allgemeine Grundlagen der ergonomischen Prüfung von Produktentwürfen und Industrieerzeugnissen

Modul\_2\_3\_V01

11 von 14

Modul\_2\_3\_V01

12 von 14



## Konstruktive Hilfsmittel für die anthropometrische Arbeitsplatz- und Produktauslegung

- DIN EN ISO 3411** Erbaumaschinen - Körpermaße von Maschinenführern und Mindestfreiraum
- DIN ISO 4130** Straßenfahrzeuge - 3-dimensionales Bezugssystem und primäre Bezugspunkte - Definitionen
- DIN EN ISO 5353** Erbaumaschinen sowie Traktoren und Maschinen für Land- und Forstwirtschaft - Sitzindexpunkt
- DIN 5566-1** Schienenfahrzeuge – Führerräume - Allgemeine Anforderungen an Eisenbahnfahrzeuge
- DIN 5566-2** Schienenfahrzeuge – Führerräume - Zusatzanforderungen an Eisenbahnfahrzeuge
- DIN ISO 6549** Straßenfahrzeuge - Methode zur Bestimmung von H- und R- (Sitzbezugs)Punkten
- DIN EN 70020-1** Straßenfahrzeuge – Kraftfahrzeugbau – Begriffe von Abmessungen
- SAE J826** H-Point Machine and Design Tool Procedures and Specifications

Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul\_2\_3\_V01

13 von 14

## Konstruktive Hilfsmittel für die anthropometrische Arbeitsplatz- und Produktauslegung

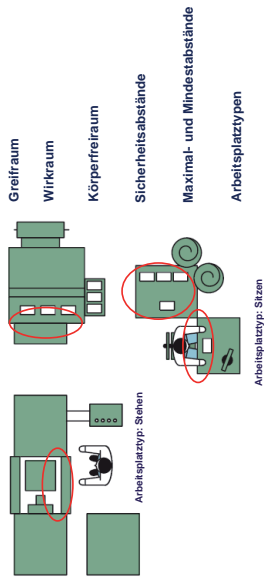
- OTTO, S. (1994):** Wartbarkeitsstudie mit Hilfe von 3D-CAD-System CATIA und dem Ergonomiesystem ANTHROPOS an einem Flugzeug. Diplomarbeit. Hamburg: Fachhochschule Hamburg.
- SCHRADER, K. (2003):** Entwurf und Realisierung eines Ergonomie-Mock-Ups unter Verwendung von Methoden der virtuellen Realität. Dortmunder: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb. 587 zugl. Technische Universität Braunschweig, Diss., 9/2003).
- SEITZ, T. (2003):** Videobasierte Messung menschlicher Bewegungen konform zum Menschmodell RAMSIS. Dissertation. München: Technische Universität München.
- STEGE, D. (2004):** Motion Capture mit optisch-magnetischem Trackingsystemen in VR-Applikationen. Diplomarbeit. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz.
- TECHMATH AG (HRSG.) (2001):** RAMSIS in CATIA. Handbuch Version 3.7. Kaiserslautern.

Modul\_2\_3\_V01

14 von 14

**Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/ Funktionsmaße**

**Übersicht**



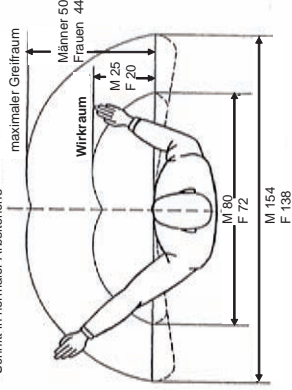
Modul\_2\_4\_V01

1 von 15

**Greifraum und Wirkraum**

**Greifraum**

Schnitt in normaler Arbeitshöhe



Maße in cm

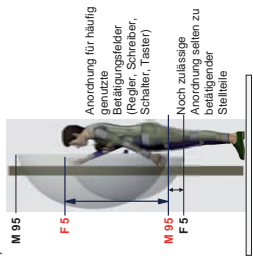
Modul\_2\_4\_V01

2 von 15

**Ermittlung des Greifbereiches an einer Schalttafel**

**Bestimmung der oberen und unteren Betätigungsgrenze**

**Körperhaltung:** aufrecht stehend unmittelbar vor der Tafel  
**Nutzergruppe:** F 5 bis M 95 (18-59 Jahre)



zugrunde liegende anthropometrische Maße:  
(nach DIN 33402-1)

	F 5	M 95
<b>Greifweite nach unten</b>	673	849
<b>Greifweite nach oben</b>	1828	2239

Maße in mm (einschließlich 30 mm Schuhwerk)

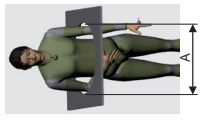
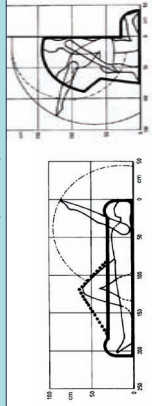
**Begrenzung nach unten:** M 95  
**Begrenzung nach oben:** F 5

Modul\_2\_4\_V01

3 von 15

**Freiraum (Platzbedarf, Ausgleichsbewegungen)**

**Körperfreiraum für die Körperhaltungen Liegen und Hocken**  
 nach DIN 33402-3:1984-10 (Quelle 1)



**Zugangsöffnung für Oberkörper und Kopf**  
 nach DIN EN 547-3:1997-09 (Quelle 2)

Modul\_2\_4\_V01

4 von 15

**Reichweite (Sicherheitsabstände) – Mindest-, Maximalabstände**

**anatomisch maximale Reichweite**

ungünstig <math>< 750\text{mm}</math>  
 günstig >math>> 750\text{mm}</math>

z. B.  
 $a = 1500\text{ mm}$   
 $c = 700\text{ mm}$   
 $b = 1800\text{ mm}$   
 (DIN EN 294)

schützende Konstruktion  
 Gefahrenbereich  
 Bezugsebene

**Maximalabstände**

- Unpassierbarkeit von Gliedmaßen an lichten Weiten von Profilloffnungen

**Mindestabstände**

- gefahrloses Passieren von Körperteilen einer definierten Nutzergruppe an vorhandenen Gefahrenstellen

Quelle: 3. nach Neudörfer, A. (2002)

1 10 100mm

Modul\_2\_4\_V01 5 von 15

**Arbeitsplatzgrundtypen: Sitzarbeitsplatz – Steh-Sitz-Arbeitsplatz**

M95 F5  
 M50 F50

**Sitzarbeitsplatz**  
 variable Tischhöhe  
 variable Sitzhöhe  
 variable Fußstütze

**Steh-Sitzarbeitsplatz**  
 gemittelte feste Tischhöhe nach M50/F50  
 Variable Sitzhöhe  
 Variable Fußstütze

Feste Tischhöhe nach M95  
 Variable Sitzhöhe  
 Fußstütze

Modul\_2\_4\_V01 6 von 15

**Arbeitsplatzgrundtypen: Steharbeitsplatz**

M95 F5  
 M50 F50

**Steharbeitsplatz**  
 variable Tischhöhe  
 gemittelte feste Tischhöhe nach M50/F50

Feste Tischhöhe  
 Variable Stehhöhe  
 ⇨ Podest

Modul\_2\_4\_V01 7 von 15

**Verstellbarkeit von Abmessungen, Greif- und Wirkbereich am Beispiel Forstwirtschaftlicher Pflanzpflug**

**Problembereiche**  
 Ungünstige Körperhaltungen:  
 Lendenwirbelsäule

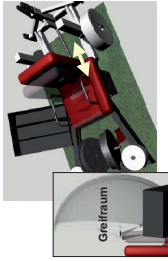
Beinhaltung

Modul\_2\_4\_V01 8 von 15

**Verstellbarkeit von Abmessungen, Greif- und Wirkbereich am Beispiel Forstwirtschaftlicher Pflanzflug**

### Gestaltung

- Pflanz-Abstandshalter:**
- Beweglich gelagert, verschiedene Längen
- Pflanzbehälter:**
- Pflanzbehälter griffünstig und geneigt



### Sitz und Fußstützen:

- Sitz und Fußstützen verstellbar
- Verringerung der Sitzhöhe
- Sitz mit Armlehne links



Modul\_2\_4\_3/01

9 von 15

Beispiel

Mäharbeitsplatz

Modul\_2\_4\_3/01

10 von 15

**Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/ Funktionsmaße**

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen

- Quelle 1: **DIN 33402-3:1984-10** Körpermaße des Menschen - Bewegungsraum bei verschiedenen Grundstellungen und Bewegungen
- Quelle 2: **DIN EN 547-3:1997-09** Sicherheit von Maschinen - Körpermaße des Menschen - Körpermaßdaten
- Quelle 3: **NEUDÖRFER, A. (2002)**: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Modul\_2\_4\_3/01

11 von 15

**Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/ Funktionsmaße**

Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)



Modul\_2\_4\_3/01

12 von 15

## Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/ Funktionsmaße

- DIN Taschenbuch 390** Körpermaße und Körperkräfte
- DIN EN ISO 14738** Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen
- DIN EN 547-2** Sicherheit von Maschinen – Körpermaße des Menschen – Grundlagen für die Bemessung von Zugangsöffnungen
- DIN EN ISO 3411** Erdbaumaschinen - Körpermaße von Maschinenführern und Mindestfreiraum
- DIN EN ISO 6682** Erdbaumaschinen – Stellteile – Bequemlichkeitsbereiche und Reichweitenbereiche
- DIN ISO 3958** Straßenfahrzeuge - Personalkraftwagen, Handreichweiten des Fahrzeugführers
- DIN 5566-1** Schienenfahrzeuge - Führerräume - Allgemeine Anforderungen
- DIN 5566-2** Schienenfahrzeuge - Führerräume - Zusatzanforderungen an Eisenbahnfahrzeuge
- DIN 15996** Bild- und Tonbearbeitung in Film-, Video- und Rundfunkbetrieben - Grundsätze und Festlegungen für den Arbeitsplatz

Modul\_2\_4\_V01

13 von 15

## Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/ Funktionsmaße

- DIN 33402-3** Körpermaße des Menschen - Bewegungsraum bei verschiedenen Grundstellungen und Bewegungen
  - DIN 33406** Arbeitsplatzmaße im Produktionsbereich - Begriffe, Arbeitsplatztypen, Arbeitsplatzmaße
  - DIN 33408-1**: Körperumrisschablonen für Sitzplätze
  - DIN 33419**: Allgemeine Grundlagen der ergonomischen Prüfung von Produktentwürfen und Industrieerzeugnissen
  - DIN EN 294**: Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gelenkstellen mit den oberen Gliedmaßen
  - DIN EN 349**: Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
  - DIN EN ISO 13850** Sicherheit von Maschinen – Not-Halt - Gestaltungsleitsätze
  - VDI/VE 3546 BLATT 1** Konstruktive Gestaltung von Prozedelwarten - Allgemeiner Teil
  - VDI/VE 3850 BLATT 1** Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen
- Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul\_2\_4\_V01

14 von 15

## Anthropometrische Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung/ Funktionsmaße

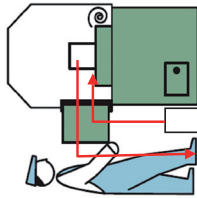
- **BULLINGER, H.-J. (1994)**: Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.
- **GRANDJEAN, E. (1991)**: Physiologische Arbeitsgestaltung. Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage. Landsberg: Ecomed.
- **HETTINGER, T.; WOBBE, G. (HRSG.) (1993)**: Kompendium der Arbeitswissenschaft: Optimierungsmöglichkeiten zur Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation. Ludwigshafen (Rhein): Klett.
- **INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ARBEITSWISSENSCHAFT E.V. (HRSG.) (1989)**: Arbeitsgestaltung in Produktion und Verwaltung. Taschenbuch für den Praktiker. Köln: Wirtschaftsverlag Bachem.
- **KIRCHNER, J.-H.; BAUM E. (1990)**: Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. München: Carl Hanser.
- **KIRCHNER, A.; KIRCHNER, J.-H.; KLIEM, M.; MÜLLER, J. M. (1990)**: Räumlichergonomische Gestaltung: Handbuch. 1. Auflage. Birmenhanven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 632).
- **LANGE, W.; WINDEL, A. (2002)**: Kleine ergonomische Datensammlung. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

Modul\_2\_4\_V01

15 von 15

**Aren von Muskelarbeit und Bestimmungsgroßen für Körperkräfte**

**Übersicht**



**dynamische und statische Muskelarbeit**

**Bestimmungsgroßen für maximale statische Aktionskräfte**

**Isodyn**

**Begriffsklärun**

**erhebliche statische Belastung bei:**

- hohem Kraftaufwand und 10 s Anspannung
- mittlerem Kraftaufwand und  $\geq 1$  min Anspannung
- geringem Kraftaufwand (ca.  $1/3 F_{Max}$ ) und  $\geq 4$  min Anspannung

**Vermeidung der Muskelermüdung bei statischer Anspannung durch:**

- zeitweise völlige Muskelschlaffung  $\leftrightarrow$  Pausen
- Optimierung der Kraftaufbringung
- Optimierung des Wirkungsgrades über Optimierung der Körperhaltung
- Wahl einer geeigneten Arbeitsgeschwindigkeit

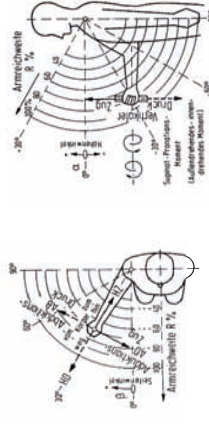
**Begriffsklärun**

**Verschiedene Belastungsarten des Muskels**

Charakteristik	Ruhe	Dynamische Arbeit	Statische Arbeit
<b>Charakteristik</b>		Wechsel von Spannung und Entspannung des Muskels	langandauernder Kontraktionszustand
<b>Blutbedarf</b>			
<b>Durchblutung</b>		z. B. Kurbeln	z. B. Last halten

Quelle 1: nach Grandjean 1981

**Bestimmungsgrößen maximaler statischer Aktionskräfte**



Quelle: Z. Schmiedke 1983

- (1) Betrag der Kraft in N
- (2) Lage des Kraftangriffspunktes relativ zum Körper  
 $\rightarrow$  Höhenwinkel  $\alpha$   $\rightarrow$  Seitenwinkel  $\beta$   $\rightarrow$  Armreichweite R
- (3) Kratrührungssinn  
 $\rightarrow$  Zugkraft  $\rightarrow$  Druckkraft  $\rightarrow$  Duktionskraft

**Datenquellen**

Isodynien waagerechter maximaler Armzugkräfte von Männern

**Isodynien:**  
 Linien gleich großer Kräfte (Betrag, Kraftrichtung) in einer Ebene

Quelle 3: DIN 33411-4:1987-05  
(Werte entsprechend 50. Perzentil Männer, 20 bis 25 Jahre)

Modul\_2\_5\_V01 5 von 9

**Arten von Muskelarbeit und Bestimmungsgrößen für Körperkräfte**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen**

Quelle 1: **GRANDJEAN, E. (1991):** Physiologische Arbeitsgestaltung: Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage Landsberg: Ecomed.

Quelle 2: **SCHMIDTKE, H. (1993):** Lehrbuch der Ergonomie. München: Carl Hanser.

Quelle 3: **DIN 33411-4:1987-05** Körperkräfte des Menschen - Maximale statische Aktionskräfte (Isodynien)

Modul\_2\_5\_V01 6 von 9

**Arten von Muskelarbeit und Bestimmungsgrößen für Körperkräfte**

**Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)**

**DIN Taschenbuch 390** Körpermaße und Körperkräfte

**DIN 33411-1** Körperkräfte des Menschen - Begriffe, Zusammenhänge, Bestimmungsgrößen

**DIN 33411-3** Körperkräfte des Menschen - maximal erreichbare statische Aktionsmomente männlicher Arbeitspersonen an Handrädern

**DIN 33411-4** Körperkräfte des Menschen - Maximale statische Aktionskräfte (Isodynien)

**DIN 33411-5** Körperkräfte des Menschen: Maximale statische Aktionskräfte - Werte

**DIN EN 1005-3** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung

Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul\_2\_5\_V01 7 von 9

**Arten von Muskelarbeit und Bestimmungsgrößen für Körperkräfte**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen**

Quelle 1: **GRANDJEAN, E. (1991):** Physiologische Arbeitsgestaltung: Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage Landsberg: Ecomed.

Quelle 2: **SCHMIDTKE, H. (1993):** Lehrbuch der Ergonomie. München: Carl Hanser.

Quelle 3: **DIN 33411-4:1987-05** Körperkräfte des Menschen - Maximale statische Aktionskräfte (Isodynien)


Modul\_2\_5\_V01 8 von 9

#### Literaturverweise

- **BANDERA, J. E.; KERN, P.; SOL F, J. J. (1986):** Leitfaden zur Auswahl, Anordnung und Gestaltung von kraftbetonten Stellen. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 494).
- **BANDERA, J. E.; MUNTZINGER, W.; SOLF, J. J. (1989):** Auswahl und Gestaltung von ergonomisch richtigen Fußstellteilen - Band I und II: Systematik und Fallbeispiele. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 590 Bd. 1).
- **GRANDJEAN, E. (1991):** Physiologische Arbeitsgestaltung. Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage Landsberg: Ecomed.
- **ROHMERT, W.; HETTINGER, T. (1963):** Körperkräfte im Bewegungsraum. Berlin: Beuth.
- **ROHMERT, W. (1967):** Untersuchung über Muskelermüdung und Arbeitsgestaltung. Berlin: Beuth.



**Ermittlung zulässiger Körperkräfte** Übersicht



**Einflussfaktoren auf Körperkräfte**

**Ermittlung Zulässiger Körperkräfte**

Modul\_2\_6\_V01 1 von 15

**Einflussfaktoren auf Körperkräfte**

Personenbezogene Faktoren	Tätigkeitsbezogene Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alter</li> <li>Geschlecht</li> <li>Trainiertheit</li> <li>Konstitution</li> <li>Motivation</li> <li>Gesundheitszustand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeits- und Pausenregime</li> <li>Arbeitsumweltfaktoren</li> <li>Greifbedingungen</li> <li>Körperabstützung</li> <li>Häufigkeit</li> <li>Dauer</li> <li>Abhängigkeit der Kraft vom Gelenkwinkel</li> <li>Abhängigkeit der dynamischen Kraft von der Bewegungsgeschwindigkeit</li> </ul>

Modul\_2\_6\_V01 2 von 15

**Einflussfaktoren auf Körperkräfte – personenbezogen**

**Alter**

- Jugendliche: 70% bis 90%  $F_{max}$
- ca. 30-Jährige:  $F_{max}$
- 60-Jährige: 40% bis 82%  $F_{max}$

Quelle: S. Bandiera u.a. 1989

**Geschlecht**

- $F_{max}$  Frau = 60% bis 72%  $F_{max}$  Mann

Quelle: E. Röhmann, Schmittke 1992

**Trainiertheit**

- maximale Steigerung der Muskelkraft: 10% je Woche
- Muskelkraftverlust bei Inaktivität: 30% je Woche

bei Neueinstellungen

Modul\_2\_6\_V01 3 von 15

**Einflussfaktoren auf Körperkräfte - tätigkeitsbezogen**

**Dauer**

- Dauerleistungsgrenze DLG:
  - höchste noch mögliche Leistung, die ohne zusätzliche Erholungspausen über einen ganzen Arbeitstag abgegeben werden kann

Überschreitung der DLG: Erholungspausen erforderlich

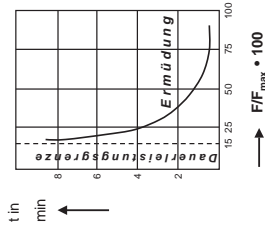
**orientierende Angaben für DLG:**

- statische Kraft:  $0.1 - 0.15 F_{max}$
- dynamische Kraft:  $0.3 F_{max}$

Modul\_2\_6\_V01 4 von 15

### Einflussfaktoren auf Körperkräfte - tätigkeitsbezogen

#### Reduktion bei Dauerkontraktion



Quelle 4, Schmiedes 1993

Modul\_2\_6\_V01

5 von 15

### Ermittlung zulässiger Körperkräfte

- Normdaten / Regelwerke
- Kräfteatlas

- Siemens-Verfahren
- rechnergestützte Verfahren

#### Verwendung perzentilierter Körperkraftwerte:

**Allgemeine Zielstellung:** Auslegung der auf Stelleile, Werkzeuge oder Betriebsmittel übertragbaren Kräfte nach 5. Kraftperzentil

#### Perzentilwerte statischer Aktionskräfte:

**sicherheitskritische Fälle:** Kraftausübung in Verbindung mit gefährlichen Gütern oder im Fluchtwegbereich (Sicherheitsstüren, Luken mit Zentralverschlussrädern)

60% des 1. Perzentils  $F_{1,Max/Frau}$  (gelegentlich)

15% des 1. Perzentils  $F_{1,Max/Frau}$  (andauernd)

Quelle 1, Schmiedke 1989

Modul\_2\_6\_V01

6 von 15

### Ermittlung zulässiger Körperkräfte

#### Beachtung des Nutzungsbereiches nach EN 1005-3: gewerblicher und häuslicher Gebrauch

- Kraftgrenzen für Maschinen bei gewerblicher Nutzung erwachsene berufstätige europäische männliche und weibliche Bevölkerung durchschnittlicher körperlicher Fähigkeit

$$F_{\text{reduziert}} = 15\% F_{\text{max, gewerblich}}$$

- Kraftgrenzen für Maschinen zum häuslichen Gebrauch Gesamtbevölkerung incl. jüngere und ältere Menschen

$$F_{\text{reduziert}} = 1\% F_{\text{max, häuslich}}$$

Modul\_2\_6\_V01

7 von 15

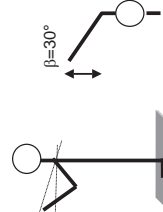
### Perzentilierte Körperkraftwerte

#### Statische Aktionskraft des Armes von Männern:

$\beta = +30^\circ$  Armreichweite: 50%  
Kraftrichtung: Abduktion und Adduktion

Kraftperzentile:  
5%-il: 53 N  
50 %-il: 93 N  
95 %-il: 142 N

$\alpha = +30^\circ$



Quelle 2, Röhmert u.a. 1984

Modul\_2\_6\_V01

8 von 15

**Ermittlung zulässiger Kräfte des Hand-Arm-Systems**

nach DIN EN 1005-3:2002-05

$F_{\text{reduziert}} = f(\text{Geschwindigkeit, Frequenz, Zeit})$

nach Siemens-Verfahren

$$F_{\text{zul}} = k_A \cdot k_B \cdot k_C \cdot k_D \cdot F_{\text{max}}$$

Faktor für Alter und Geschlecht →  $k_A$   
 Faktor für Trainiertheit →  $k_B$   
 Faktor für Häufigkeit der dynamischen Krattanstrengungen →  $k_C$   
 Faktor für Haltedauer bei statischer Krattanstrengung →  $k_D$

→ Maximalkraft aus Normen/Kräfteatlas  
 → Faktor für Haltedauer bei statischer Krattanstrengung

Quelle 3: Bullinger 1994  
Quelle 5: Schulius 1997

Modul\_2\_6\_V01 9 von 15

**Beispiel**

**Trolley**

Modul\_2\_6\_V01 10 von 15

**Ermittlung zulässiger Körperkräfte**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen**

Quelle 1: **SCHMIDTKE, H. (1989)**: Handbuch der Ergonomie. München: Carl Hanser.

Quelle 2: **ROHMERT, W.; BERG, K.; BRUDER, R.; SCHAUB, K. (1994)**: Kräfteatlas: Teil 1, Datenauswertung statischer Aktionskräfte, 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft, (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 09.004).

Quelle 3: **BULLINGER, H.-J. (1994)**: Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.

Quelle 4: **SCHMIDTKE, H. (1993)**: Leinbuch der Ergonomie. München: Carl Hanser

Quelle 5: **SCHULTETUS, W. (1987)**: Montagegestaltung: Daten, Hinweise und Beispiele zur ergonomischen Arbeitsgestaltung, 2. Auflage. Köln: Verlag TÜV Rheinland.

Modul\_2\_6\_V01 11 von 15

**Ermittlung zulässiger Körperkräfte**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen**

Quelle 6: **BANDERA, J. E. ; MUNTZINGER, W. F. ; SOLF, J. J. (1989)**: Auswahl und Gestaltung von ergonomisch richtigen Fußstellteilen - Band I: Systematik. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft, 1989 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb 590 Bd. I).

Quelle 7: **RÜHMANN, HEINZPETER ; SCHMIDTKE, HEINZ (1992)**: Körperkräfte des Menschen. Köln : O. Schmidt, (Reihe Dokumentation Arbeitswissenschaft Band 31).

Modul\_2\_6\_V01 12 von 15

### Ermittlung zulässiger Körperkräfte

### Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)



Modul\_2\_6\_V01

13 von 15

### Ermittlung zulässiger Körperkräfte

- DIN Taschenbuch 390** Körpermaße und Körperkräfte  
**DIN 33411-1** Körperkräfte des Menschen - Begriffe, Zusammenhänge, Bestimmungsgrößen  
**DIN 33411-3** Körperkräfte des Menschen - Maximale erreichbare statische Aktionsmomente männlicher Arbeitspersonen an Handrädern  
**DIN 33411-4** Körperkräfte des Menschen - Maximale statische Aktionskräfte (Isodynien)  
**DIN 33411-5** Körperkräfte des Menschen - Maximale statische Aktionskräfte, Werte  
**DIN EN 1005-1** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Begriffe  
**DIN EN 1005-2** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen  
**DIN EN 1005-3** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Empfohlene Kräftegrenzen bei Maschinenbeteiligung  
**DIN EN 1005-4** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Bewertung von Körperhaltungen und Bewertungen bei der Arbeit an Maschinen  
**DIN EN 1005-5** Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung – Risikobewertung für kurzzyklische Tätigkeiten bei hohen Handhabungsfrequenzen  
Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul\_2\_6\_V01

14 von 15

### Literaturverweise

- **BULLINGER, H.-J. (1994):** Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.
- **BONGWALD, O.; LUTTMANN, A.; LAURIG, W. (1995):** Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG).
- **HETTINGER, T. (1981):** Heben und Tragen von Lasten, Gutachten über Gewichtsgrenzen für Männer, Frauen und Jugendliche. Wuppertal: Selbstverlag.
- **JÄGER, M.; LUTTMANN, A.; LAURIG, W. (1989):** Biomechanik der Lastenmanipulation. In: Konietschko, J.; Dupuis, H. (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin. Landsberg: Ecomed.
- **JÜRGENS, W.-W.; MOHR, D.; PANGERT, R.; SCHULTZ, K.; STEINBERG, U. (1996):** Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. Saarbrücken: Länderarbeitsausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LAS). (LAS-Veröffentlichung LV 9).
- **SCHMIDTKE, H. (1989):** Handbuch der Ergonomie. München: Carl Hanser.
- **ROHMERT, W.; BERG, K.; BRUDER, R.; SCHAUB, K. (1994):** Kräfteatlas: Teil 1. Datenauswertung statischer Aktionskräfte. 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 09.004).

Modul\_2\_6\_V01

15 von 15

**Belastungsfaktoren und biomechanische Wirkungsmechanismen bei Lastenhandhabung**

Übersicht

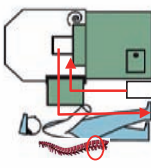
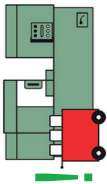
Gesundheitsgefährdung der Wirbelsäule

Bandscheibendruck und biomechanische Modelle

Berechnungsmöglichkeiten

Belastungsfaktoren

1 von 16

**Gesundheitsgefährdung der Wirbelsäule**

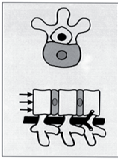

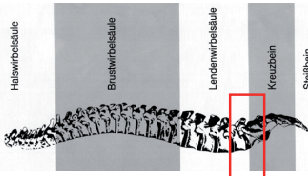
Druck auf die Wirbelkörper

bei gesunder Bandscheibe

bei geschädigter Bandscheibe

95% der Bandscheibenschäden:  
L4 / L5 bzw. L5 / S1

2 von 16

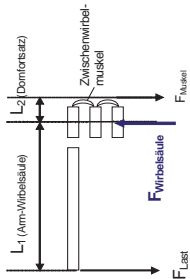




Quelle: I. Steffens, Winberg 2004

**Abschätzung der Bandscheibenlast in Abhängigkeit vom Hebelgewicht**

Idealisiertes Momentengleichgewicht, betrachte Hebelarme

3 von 16



$$F_{Muskel} = F_{Last} \cdot \frac{L_1}{L_2}$$

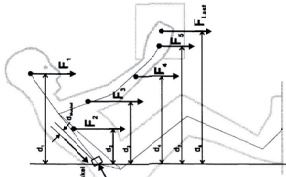
$$F_{Wirbelsäule} = F_{Last} + F_{Muskel}$$

**Beispiel:** Lastgewicht 10 kg     $L_1 = 50 \text{ cm}$      $L_2 = 5 \text{ cm}$      $F_{Last} = 100 \text{ N}$   
 $F_{Wirbelsäule} = 1100 \text{ N}$   
 → demnach würde ein 10 kg schweres Gewicht, ca. 50 cm vor dem Körper gehalten, einer senkrechten Last von 110 kg (ohne Körpergewicht) entsprechen

**Prinzipdarstellung eines 2-dimensionalen biomechanischen Modells zur Bestimmung der Druckkraft an der Bandscheibe L5/S1**

Kräfte und Hebelarme am Oberkörper zur Berechnung von Moment und Kraft am Lenden-Kreuzbein-Übergang

4 von 16



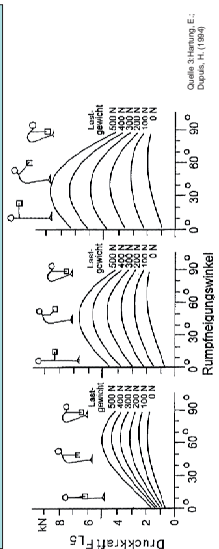
$F_{G^0}$ : Gewichtskräfte der Körpersegmente  
 $F_{Last}$ : Gewichtskraft der Last  
 $F_{Muskel}$ : resultierende Muskelkraft  
 $d_{G^0}$ : Abstände der Kraftangriffspunkte der Körpersegmentgewichtskräfte zur Bandscheibennitte  
 $d_{Muskel}$ : Abstand des Lastschwerpunkts zur Bandscheibennitte  
 $d_{Muskel}$ : Abstand des Angriffspunkts der resultierenden Muskelkraft zur Bandscheibennitte  
 $F_{Druck}$ : Druckkraft an der Bandscheibe L5-S1

Quelle: z. Jäger, M.; Luttmann, A. Lauring, W. (1999)

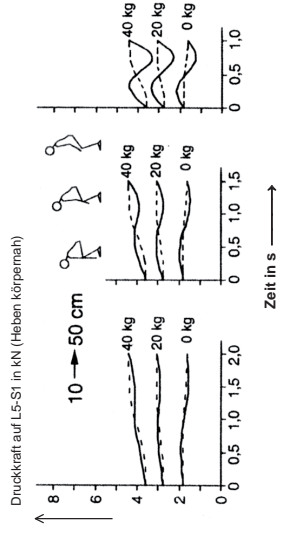
**Lumbale axiale Druckkräfte: Belastungsgrenzen und Abhängigkeit von der Körperhaltung**

Alter	Frauen	Männer	Belastungsgrenzen
20 Jahre	4400 N	6000 N	
30 Jahre	3800 N	5000 N	
40 Jahre	3200 N	4000 N	
50 Jahre	2600 N	3000 N	
>60 Jahre	2000 N	2000 N	

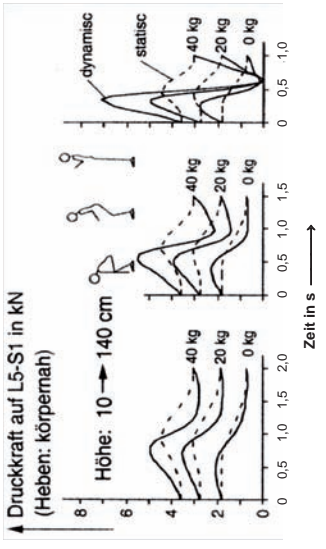
**Druckkraft am Lenden-Kreuzbein-Übergang in Abhängigkeit von Armhaltung und Rumpfvorneigung**



**Druckkraft auf L5 – S1 beim vertikalen Heben: Einfluss Hubdistanz und Zeitdauer**

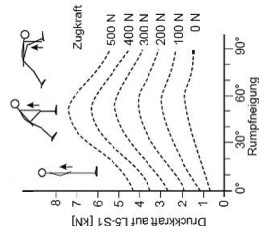


**Druckkraft auf L5 – S1 beim vertikalen Heben: Einfluss Hubdistanz und Zeitdauer**



**Druckkraftkurven für verschiedene Tätigkeitsarten**

Druckkraftkurven (statisch) zum einhändigen Heben von Lasten (nach Jäger und Luttmann, 1994)



**Heben von Lasten - einhändig**  
dabei wird immer vom ungünstigsten Fall (z. B. starke Vorneigung) ausgegangen

**Mainz-Dortmunder-Dosismodell**

**Zunahme der Kompressionsbelastung:**

6. Heben einhändig
5. Heben beidhändig
4. Tragen vor bzw. neben dem Körper
3. Tragen beiderseits des Körpers
2. einhändiges Umsetzen
1. beidhändiges Umsetzen

Quelle 6: Jäger, Luttmann 1989  
Quelle 7: Hartung, Schäfer 1989

Modul\_2\_7\_V01 9 von 16

**Allgemeine tätigkeitsbedingte Belastungsfaktoren**

Last	Dauer
<ul style="list-style-type: none"> <li>zu schwer, zu groß</li> <li>unhandlich</li> <li>labiles Gleichgewicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kraftanstrengungen zu häufig, zu lange</li> <li>unzureichende Erholungszeiten</li> <li>fremdbestimmtes Arbeitstempo</li> <li>ruckartige, hastige Bewegung</li> </ul>
Bewegung	Haltung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Torsion des Rumpfes</li> <li>zu große Trageentfernungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stark gebeugt</li> <li>weit vom Körper entfernte Last</li> <li>unsichere Körperhaltung</li> </ul>
Umgebung	
<ul style="list-style-type: none"> <li>ungünstige klimatische Bedingungen</li> <li>instabiler Boden oder Abstützpunkt</li> <li>Lastbewegung über verschiedene Höhenunterschiede</li> <li>unebener, rutschiger Boden</li> <li>räumliche Enge</li> </ul>	

Modul\_2\_7\_V01 10 von 16

**Einflussfaktoren zur Ermittlung von Grenzlasten**

$$EGL \leq LK \cdot HF \cdot VF \cdot DF \cdot AF \cdot FF \cdot GF$$

(EGL = empfohlene Grenzlast in kg)  
s. auch DIN EN 1005-2:2003-09:  
Manuelle Handhabung v. Gegenständen in Verbindung mit Maschinen u. Maschinenteilen

**Reduktionsfaktoren**

LK: Lastkonstante in Abhängigkeit der Anwenderpopulation  
z. B. Kinder und Ältere: 5 kg  
Allgemeine Bevölkerung häuslicher Bereich: 10 kg  
Erwachsene Arbeitbevölkerung: 25 kg

HF: Horizontalfaktor: horizontaler Abstand in cm zwischen Handmitte und Mitte der Füße bei Hebebeginn

VF: Vertikalfaktor: vertikaler Abstand in cm zwischen Handmitte und Fußboden bei Hebebeginn

DF: Differenzfaktor: Differenz der Lasthöhe in cm zwischen Hebebeginn und Hebeende

AF: Asymmetriefaktor: Winkel der Rumpfortion (Wirbelsäulenverdrrehung) in Grad

FF: Frequenzfaktor für Häufigkeit und Dauer der Hebevorgänge

GF: Faktor für Handlichkeit

Modul\_2\_7\_V01 11 von 16

**Beispiel**

**Arbeitsplatz Gussputzer**

Modul\_2\_7\_V01 12 von 16

## Belastungsfaktoren und biomechanische Wirkungsmechanismen bei manueller Lastenhandhabung

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen

- Quelle 1: STENBERG, U.; WINDBERG, H.-J. (2004): Heben und Tragen ohne Schaden, 3. Auflage. Dortmund.
- Quelle 2: JÄGER, M.; LUTTMANN, A.; LAURIG, W. (1989): Biomechanik der Lastenmanipulation. In: Konietzko, J.; Dupuis, H. (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, Landsberg: Ecomed.
- Quelle 3: HARTUNG, E.; DUPUIS, H. (1994): Verfahren zur Bestimmung der beruflichen Belastung durch Heben und Tragen schwerer Lasten oder extreme Rumpfbiegehaltung und deren Beurteilung im Berufskrankheiten - Feststellungsverfahren. In: die BG, Nr. 7 (1994), S. 462-468.
- Quelle 4: JÄGER, M.; GÖLLNER, R.; JORDAN, C.; THELMAYER, A.; LUTTMANN, A. (2002): Belastung der Lendenwirbelsäule beim Heben und Umsetzen von Lasten. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, Nr. 56 (2002), S. 10-14.
- Quelle 5: WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN (2004): **WIRTSCHAFTSUNIVERSITÄT WIEN BERUFSGENOSSENSCHAFTEN (HRSG.) (2003):** Virekulturmethode, Sankt Augustin, (BK-Report 2/2003).
- Quelle 6: JÄGER, M.; LUTTMANN, A. u.a. (1999): Mensch-Dynamischer Desismodel (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben und Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbiegehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit, Teil 1: Retrospektive Belastungsbeurteilung. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, Nr. 53 (1999), S. 105-112.
- Quelle 7: HARTUNG, E.; SCHÄFER, K. u.a. (1999): Mensch-Dynamischer Desismodel (MDD) zur Beurteilung der Belastung der Lendenwirbelsäule durch Heben und Tragen schwerer Lasten oder durch Tätigkeiten in extremer Rumpfbiegehaltung bei Verdacht auf Berufskrankheit, Teil 2: Vorschlag zur Beurteilung der arbeitsbiomechanischen Voraussetzungen im Berufskrankheiten-Feststellungsverfahren. In: Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin, 34 (1999) Nr. 3, S.112-122.

Modul\_2\_T\_1\_V01

13 von 16

## Belastungsfaktoren und biomechanische Wirkungsmechanismen bei manueller Lastenhandhabung

### Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)



Modul\_2\_T\_1\_V01

14 von 16

## Belastungsfaktoren und biomechanische Wirkungsmechanismen bei manueller Lastenhandhabung

- DIN Taschenbuch 390 Körpermaße und Körperkräfte
- DIN EN 1005-1 Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Begriffe
- DIN EN 1005-2 Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen
- DIN EN 1005-3 Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbeteiligung
- DIN EN 1005-4 Sicherheit von Maschinen - Menschliche körperliche Leistung - Bewertung von Körperhaltungen und Bewertungen bei der Arbeit an Maschinen
- ISO 11228-1 Ergonomie - Manuelles Handhaben von Lasten - Heben und Tragen
- ISO 11228-2 Ergonomie - Manuelles Handhaben von Lasten - Ziehen und Schieben
- ISO 11228-3 Ergonomie - Manuelles Handhaben von Lasten - Handhabung geringerer Lasten bei hohen Bewegungsfrequenzen
- Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul\_2\_T\_1\_V01

15 von 16

### Literaturverweise

- **BERUFSGENOSSENSCHAFTLICHES INSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ (HRSG.) (2004):** Untersuchung der Belastung von Flugbegleiterinnen und Flugbegleitern beim Schieben und Ziehen von Trolleys in Flugzeugen. Sankt Augustin. (BIA-Report 5/2004).
- **BERUFSGENOSSENSCHAFTLICHES INSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ (HRSG.) (2004):** Ergonomie an Nahrungsbilplätzen. Sankt Augustin. (BIA-Report 7/2004).
- **BONGWALD, O.; LUTTMANN, A.; LAURIG, W. (1995):** Leitfaden für die Beurteilung von Hebe- und Tragetätigkeiten. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG).
- **ELLEGAST, R. (1998):** Personengebundenes Meßsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastungen bei beruflicher Tätigkeit. Sankt Augustin: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG). (BIA-Report 5/98).
- **JÄGER, M.; LUTTMANN, A.; LAURIG, W. (1989):** Biomechanik der Lastenmanipulation. In: Konietzko, J.; Dupuis, H. (Hrsg.): Handbuch der Arbeitsmedizin, Landsberg: Ecomed.

Modul\_2\_T\_1\_V01

16 von 16





# Beschreibung Modul 3

## Kurzbeschreibung

<b>Modulnummer:</b>	<b>Modul 3</b>
<b>Modultitel:</b>	<b>Physikalische Arbeitsumweltfaktoren</b>
<b>Modulverantwortlicher:</b> Entwickler	Westsächsische Hochschule Zwickau, Institut für Produktionstechnik, Professur Arbeitswissenschaft TU Dresden, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme im Auftrag der KAN
Erarbeitet / aktualisiert am	September 2007
<b>Zeitbedarf:</b>	90 Minuten (Einführung 20 min, je Umweltfaktor 15min)
<b>Lernziele:</b>	Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"><li>– kennen das arbeitswissenschaftliche Belastungs- Beanspruchungsmodell</li><li>– kennen die Maßnahmerangfolge und die Gründe für eine solchen Reihenfolgenbildung</li><li>– haben einen Überblick über die Arbeitsumwelteinflüsse</li><li>– kennen die physikalischen Grundlagen der Arbeitsumwelteinflüsse</li><li>– kennen die rechtlichen und normativen Grundlagen zur Durchsetzung arbeitswissenschaftlicher Anforderungen</li><li>– können konstruktive bzw. gestalterische Ansätze zur Begrenzung von Belastungen ableiten.</li></ul>

# Beschreibung Modul 3

## Detaillierte Beschreibung der Modulinhalte

<b>Modul 3: Physikalische Arbeitsumweltfaktoren</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
<b>Modul 3-1: Einführung</b>				
10	Vorstellung des Themas, Erläuterung des Beanspruchung-Belastungsmodells	○	Folien/Notizen	Dozent
5	Aufzählung der einzelnen Umweltfaktoren, Beispiel Umweltfaktoren am Arbeitsplatz Video BIA, Einführung Komplexbeispiel	○	Foliensatz, Skript, Videosequenz BIA Putzarbeiten an Gussteilen, Grafik Komplexbeispiel	Dozent, Teilnehmer benennen die Umweltfaktoren im Beispielvideo
5	Rangfolge von Maßnahmen zur Belastungsreduktion	○	Folien/Notizen	Dozent
<b>Modul 3-2: Lärm</b>				
5	Physikalische Grundlagen Schall, physiologische Auswirkungen	○	Folien/Notizen	Dozent
5	Schalltechnische Kenngrößen, Arten von Schädigungen durch Schall Alltagsbeispiele Getunte Fahrzeuge Staubsauger Player	○/W	Folien/Notizen Skript, definierte Schallquelle (Hupe, Handstaubsauger, anwesende Studenten, PC/Notebook-Lüfter), Schallpegelmessinstrument audiovisuelles Beispiel für Hörschädigung	Dozent, Teilnehmer
5	Lärmschutz, gesetzliche Grenzwerte, Lärminderungsmaßnahmen am Beispiel z.B.: Riemen-Zahnrad, Schrauben-Nieten ...	W	Folien/Notizen, Skript, PPT Datei der BIA Lärminderung am Beispiel Kreissäge, Grafiken Fertigungsinsel	Dozent

<b>Modul 3: Physikalische Arbeitsumweltfaktoren</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
<b>Modul 3-3: Mechanische Schwingungen</b>				
5	Schwingungsarten Beispiele: Fahrzeuge, Pressen, handgeführte Werkzeuge (z.B. Schwingschleifer)	O	Folien/Notizen Skript, ggf. Werkzeug – Schwingschleifer	Dozent
5	Auswirkung auf Menschen, Resonanzschwingungen einzelner Körperteile, Berufskrankheiten, Grenzwerte	O	Folien/Notizen Skript, Foliensatz	Dozent
5	Ansätze zur Schwingungsvermeidung verdeutlicht am Komplexbeispiel, Prinzip Aktiv- Passiv-Isolierung	W	Folien/Notizen, Skript, Grafik aus Komplexbeispiel	Dozent
<b>Modul 3-4: Beleuchtung/Farbe</b>				
5	Physikalische Grundlagen Licht	O	Folien/Notizen Skript	Dozent
5	Lichttechnische Begriffe, Messung von Licht im Seminarraum	O	Folien/Notizen Skript, Mess- instrumente	Dozent, Teilnehmer
5	Bedeutung und Auswirkungen von Licht und Farbe am Arbeitsplatz, Problem Blendung am Bildschirmarbeitsplatz, Problem schlechte Ausleuchtung im Komplexbeispiel, gesetzliche Grundlagen	O/W	Folien/Notizen Skript, PPT Beispiel BIA, Grafik aus Komplexbeispiel	Dozent
5	Grenzwerte, Maßnahmen zur Vermeidung von Gefährdung durch Strahlung Beispiel: UV-Abschirmung an Lasermaschinen in Fertigungsinsel	O/W	Folien/Notizen Skript, PPT Beispiel BIA, Grafik Komplexbeispiel	Dozent
<b>Modul 3-5: Klima am Arbeitsplatz (Raumklima)</b>				
5	Klimaparameter Beispiele – Kühlhaus, Walzstraße, Ofen	O	Folien/Notizen Skript	Dozent

# Beschreibung Modul 3

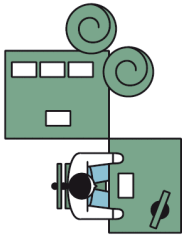
<b>Modul 3: Physikalische Arbeitsumwelfaktoren</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
5	Auswirkungen des Klimas auf Menschen, Möglichkeiten der Kompensation (Körperreaktion auf verschiedene Klimareize)	○	Folien/Notizen Skript	Dozent
5	Messung und Bewertung von Klimakenngrößen, Bestimmen von Klimakenngrößen im Veranstaltungsraum, Gestaltungskriterien für Arbeitsplätze, Schutzmaßnahmen am Beispiel Fertigungsinsel	W	Skript, Messinstrumente, Grafiken Komplexbeispiel	Dozent, Teilnehmer
5	Oberflächen – heiß und kalt Nach DIN EN ISO: 13732-1	W	Wenn möglich zwei unterschiedlich temperierte Flächen (z.B. Spule 15 und 25 C°) – sonst Effekte erklären	Dozent, Teilnehmer

Legende der verwendeten Abkürzungen:

○ – obligatorisch

W – wahlweise

**Arbeitsumweltfaktoren**



- Definition Arbeitsumwelt
- Belastungs- Beanspruchungsmodell
- Arbeitsumweltfaktoren
- Emissionen/ Immissionen
- Maßnahmen zur Belastungsoptimierung

Modul 3-1

1 von 20

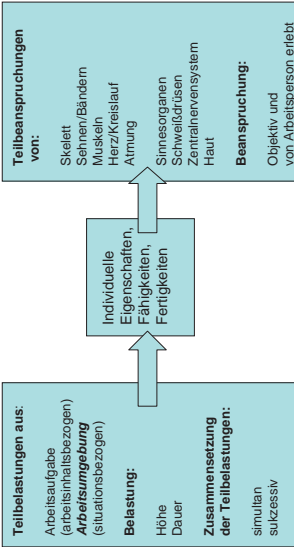
**Definition Arbeitsumwelt**

Die **Arbeitsumwelt** eines Arbeitssystems ist das räumliche Umfeld, von dem vor allem physikalische und chemische, aber auch biologische Einflüsse auf den Menschen einwirken.

Modul 3-1

2 von 20

**Belastungs-Beanspruchungsmodell**

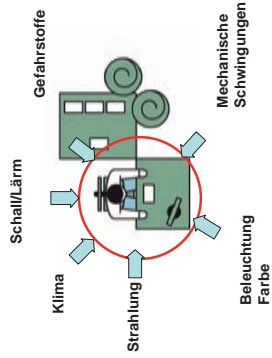


Quellen: Rohmert, (1984)

Modul 3-1

3 von 20

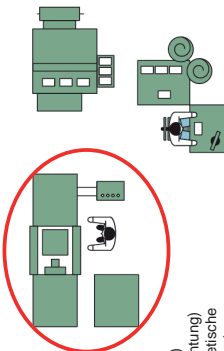
**Arbeitsumweltfaktoren**



Modul 3-1

4 von 20

**Arbeitsumweltfaktoren im Fallbeispiel**



**Fallbeispiel**  
**Bearbeitungszentrum**

- Schall (Aggregate)
- Klima (Gebläse)
- Gefahrstoffe (Kühlmittel)
- Licht (Innenraumbeleuchtung)
- Strahlung (elektromagnetische Felder durch Stellmotoren)
- Farbe (Gestaltung der Bedienelemente und Gehäuse)

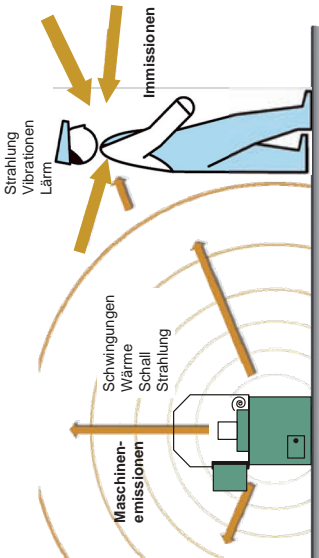
Modul 3-1  
5. von 20

**BGIA Beispiel**

[Arbeitsumwelt Gussputzer](#)

Modul 3-1  
6. von 20

**Emissionen/Immissionen**



**Maschinen-emissionen**  
 Schwingungen  
 Wärme  
 Schall  
 Strahlung

**Immissionen**  
 Strahlung  
 Vibrationen  
 Lärm

Quelle: Z: BAUAV BGIA

Modul 3-1  
7. von 20

**Maßnahmen zur Belastungsoptimierung**

**T**echnische Lösungen  
 vor  
**O**rganisatorische Maßnahmen  
 vor  
**P**ersönliche Schutzmaßnahmen

Maßnahmen zur Belastungsoptimierung (T-O-P)

Modul 3-1  
8. von 20

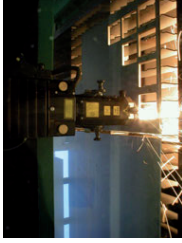
## Technische Lösungen

**Technische Lösungen** sind Maßnahmen an der Quelle, die ein Entstehen, Auftreten oder Ausbreiten von Belastungen vermeiden.  
Dies sind z.B. die Auswahl eingesetzter Stoffe und Materialien, die konstruktive Lösung und die verwendete Technologie.

Modul 3-1

9 von 20

## Beispiel Technische Lösung



Laserschneiden

statt

Stanzten

Quelle: 3: F.a. Simon

10 von 20

## Organisatorische Maßnahmen

**Organisatorische Maßnahmen** sind Maßnahmen zum Schutz der betroffenen Personen von einer Belastungsquelle.  
Dies sind z.B. die organisatorische und räumliche Trennung von umweltbelastenden und nicht belasteten Arbeitsplätzen, die Verkürzung der Arbeitszeiteile in denen die arbeitenden Personen den Belastungen ausgesetzt sind oder Betriebsanweisungen.

Modul 3-1

11 von 20

## Beispiel Organisatorische Maßnahmen



Betriebsanweisung für den Umgang mit Kühlschmierstoffen

Modul 3-1

12 von 20



**Persönliche Schutzmaßnahmen**

**Persönliche Schutzmaßnahmen** sind Maßnahmen, bei denen die betroffenen Personen durch Persönliche Schutzausrüstungen (PSA) vor den Folgen einer Umgebungsbelastung geschützt werden. Persönliche Schutzausrüstungen werden nur dann eingesetzt, wenn alle anderen Maßnahmen versagen oder nicht zu dem gewünschten Erfolg führen. Zu weiteren persönlichen Schutzmaßnahmen zählen Anweisungen, Gefahrenhinweise, u. ä.

Modul 3-1

13 von 20

**Beispiel Persönliche Schutzmaßnahmen**



Beispiel Gehörschutz

Quelle 4: UVEX

Modul 3-1

14 von 20

**Arbeitsumweltfaktoren**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen und Bilder**

- Quelle 1: **ROHMERT, W.**: Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 38. Jg. (1984), H.4, S.193-200.
- Quelle 4: **BÄU/IBGIA**: Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Folien Lärm
- Quelle 3: **Simon GmbH**, [www.simon-blechbearbeitung.de](http://www.simon-blechbearbeitung.de)
- Quelle 4: **Uvex Arbeitsschutz GmbH**, [www.uvex-safety.de](http://www.uvex-safety.de)

Modul 3-1

15 von 20

**Arbeitsumweltfaktoren**

Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)



Modul 3-1

16 von 20

## Arbeitsumweltfaktoren

- Maschinenrichtlinie 2006/42/EG**  
**DIN-Taschenbuch 352** Anwendung von Ergonomie-Normen bei der Gestaltung von Maschinen
- Merkmale: „Ergonomische Maschinengestaltung (Version 2.0)“:**  
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften - HVBG (Hrsg.), Sankt Augustin 2005
- Checkliste „Ergonomische Maschinengestaltung“**  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin 2005
- Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV** vom 12.08.2004, zuletzt geändert durch Artikel 6 der Verordnung vom 06.03.2007
- BGI 523** Mensch und Arbeitsplatz. Hrsg. Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften VMBG, 2005
- DIN EN 614-1** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Begriffe und allgemeine Leitsätze
- DIN ISO 12100-1** Sicherheit von Maschinen-Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze-Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie

Modul 3-1

17. von 20

## Arbeitsumweltfaktoren

- DIN EN ISO 12300-2** Sicherheit von Maschinen-Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze-Teil 2: Technische Leitsätze
- DIN EN ISO 6385** Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen
- DIN EN ISO 10075-2** Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Gestaltungsgrundsätze

Modul 3-1

18. von 20

## Literaturverweise

- **Bullinger, H.-J.:** Ergonomie-Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: B. G. Teubner 1994
- **Grandjean:** Physiologische Arbeitsgestaltung - Leitfaden der Ergonomie, Landsberg: ecomed Verlagsgesellschaft mbH 1991
- **Debitz, U.:** Die Gestaltung von Merkmalen des Arbeitssystems und ihre Auswirkungen auf Beanspruchungsprozess. Hamburg: Verlag Dr. Kovac 2005
- **Höhn, K. u.a.:** Maschinennormung und Ergonomie (Fb 1074). Dortmund: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2006
- **Koether, R. u.a.:** Betriebsstättenplanung und Ergonomie. München Wien: Carl Hanser Verlag 2001
- **Lange, W.; Windel, A.:** Kleine ergonomische Datensammlung. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 2006
- **Luzzak, H.:** Arbeitswissenschaft. Berlin Heidelberg: Springer Verlag 1998
- **REFA:** Ausgewählte Methoden des Arbeitsstudiums. München: Carl Hanser Verlag 1993
- **Marquart, S.:** Handbuch der Ergonomie. Weiden: Schuch-Verlag 1997
- **Schmidtko, H.:** Ergonomie. München Wien: Carl Hanser Verlag 1993

Modul 3-1

19. von 20

## Internetquellen

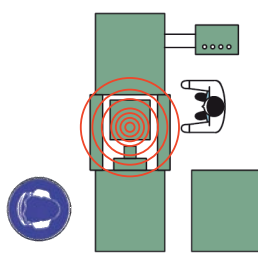
### Quellen im Internet

- [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de)
  - [www.dgqv.de/d/bia](http://www.dgqv.de/d/bia)
  - [www.ergo-online.de](http://www.ergo-online.de)
  - [www.baua.de](http://www.baua.de)
  - [www.licht.de](http://www.licht.de)
  - [www.pubero-forum.de](http://www.pubero-forum.de)
  - [www.ergonomassist.de](http://www.ergonomassist.de)
  - [www.arbeitsrecht.meli.de](http://www.arbeitsrecht.meli.de)
- Normen-Recherche Arbeitsschutz, Angebot der Kommission Arbeitsschutz und Normung KAN  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherungen- BGIA  
Gesellschaft Arbeit und Ergonomie - online e.V.  
umfangreiche Datensammlung zu Ergonomie, Arbeitsschutz und Organisation  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Bundesamt für Strahlenschutz  
Informationsseite der Gesellschaft für gutes Licht  
Verband der Büro-, Sitz- und Objektmöbel e.V. (BSO)  
umfangreiche private Datensammlung zur Ergonomie  
Berufsgenossenschaftliches Vorschriften- und Regelwerk

Modul 3-1

20. von 20

**Lärm** Übersicht



- Definition Schall/Lärm
- Bedeutung von Lärm am Arbeitsplatz
- Physikalische Grundlagen
- Schallmessung/-bewertung
- Wirkung von Lärm
- Grenzwerte
- Technische Lösungen zum Lärmschutz

1 von 25

**Definition Schall/Lärm**

Als **Schall** werden Schwingungen in festen, flüssigen und gasförmigen Medien bezeichnet. **Schall** entsteht im Arbeitssystem beim Betreiben von Maschinen als **Emission**. **Lärm** wird definiert als unerwünschtes, belästigendes und gehörschädigendes Schallereignis. Es stellt für den Arbeiter eine **Immission** dar.

Die Vermeidung von Schallentstehung liegt im Aufgabenbereich des Herstellers von Maschinen.

Der Schutz des Arbeiters vor schädigenden Immissionen ist Aufgabe des Betreibers.

2 von 25

**Bedeutung von Lärm am Arbeitsplatz**

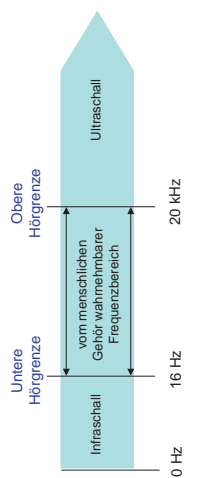
Berufskrankheiten (BK-Nr.)	Angezeigt	Anerkannt
insgesamt	53983	13298
darunter: Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Wirbelsäule (2108-2110)	6258	188
<b>Lärmschwerhörigkeit (2301)</b>	<b>8361</b>	<b>4931</b>
Silikose (4101)	1319	811
Hautkrankheiten (5101)	15483	675

Angezeigte und anerkannte Berufskrankheiten in Deutschland (Auszug), 2006

Quelle 1: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV

3 von 25

**Physikalische Grundlagen**



0 Hz      16 Hz      20 kHz

Infraschall      vom menschlichen Gehör wahrnehmbarer Frequenzbereich      Ultraschall

Untere Hörgrenze      Obere Hörgrenze

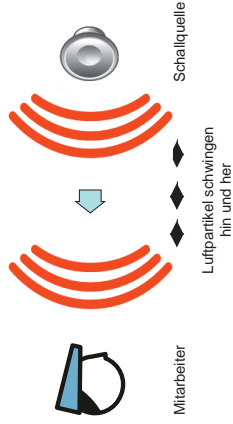
Frequenzbereich Schall

4 von 25

Quelle 2: IAT Stuttgart

## Physikalische Grundlagen

Schallwellen sind Druckwellen (Luftdruckschwankungen), die sich sehr schnell ausbreiten und das Trommelfell zum Mitschwingen anregen

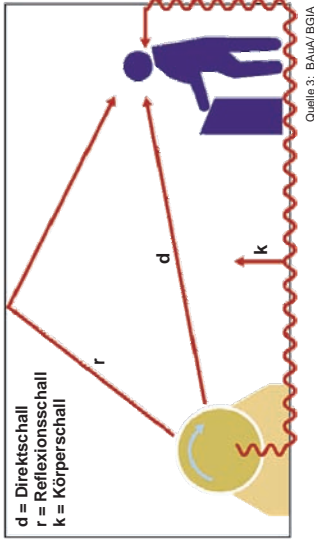


Modul 3.2

5 von 25

## Schallausbreitungswege

d = Direktschall  
r = Reflexionsschall  
k = Körperschall



Quelle 3: BAUAK BGIA

Modul 3.2

6 von 25

## Schallkenngrößen

Emissionsgrößen	Immissionsgrößen
Schallleistungspegel $L_{WA}$	Schalldruckpegel $L_{pA}$
Emissions-Schalldruckpegel $L_{pA}$	Schallintensität $I$
Spitzen-Schalldruckpegel $L_{pCpeak}$	Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX, 8h}$

Modul 3.2

7 von 25

## Berechnung der Größen

Schalldruckpegel

Der für die Stärke einer Schallempfindung maßgebliche Wert

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2}$$

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$$

Schallleistungspegel

Gibt die von einer Schallquelle abgestrahlte Leistung an

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

$$P_0 = 10^{-12} \text{ W}$$

Schallintensitätspegel

Die auf eine Fläche bezogene Schalleistung

$$L_I = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

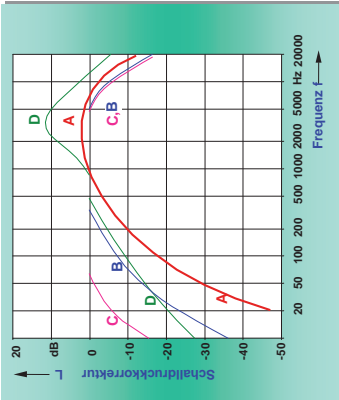
$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Pegel: Verhältnis von gemessenem Wert zu einem Bezugswert z.B. Hörschwelle  $p_0$

Modul 3.2

8 von 25

Schallmessung/-bewertung



(nach DIN 45530)

Modul 3-2

9 von 25

Dezibel

Dezibel ist eine logarithmische Hilfsmaßeinheit. Die Angabe in Dezibel erlaubt in der Regel eine anschaulichere Darstellung akustischer Werte, als Verhältnis des Ist- zu einem Basiswert.

$$L_{dB} = 20 \log \frac{P_x}{P_0}$$

Schalldruckpegel [dB]

$P_x$  = Schalldruck in Mikropascal  
 $P_0$  = Bezugsschalldruck von 20 Mikropascal (Hörschwelle bei 1 kHz)

Modul 3-2

11 von 25

Messung Schallimmission



Messung der Schallimmission in Ohrenhöhe des Beschäftigten  
 Quelle 5: BGI 888

Modul 3-2

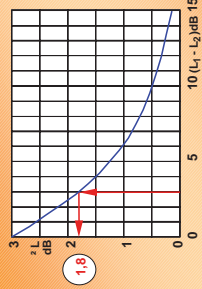
10 von 25

Addition von Schallquellen

$$L_1 > L_2$$

$$L_{ges} = L_1 + \Delta L \text{ [dB]}$$

Beispiel:  
 $L_1 = 85 \text{ dB}$   
 $L_2 = 82 \text{ dB}$   
 $L_{ges} = 85 \text{ dB} + 1,8 = 86,8 \text{ dB}$



Quelle 4: Bullinger, (1994)

Modul 3-2

12 von 25

## Wirkung von Lärm

### Lärmschäden

#### Akute Lärmschäden

Bei explosionsartigen Druckanstiegen mit Schalldruckpegel von 140 bis 200dB

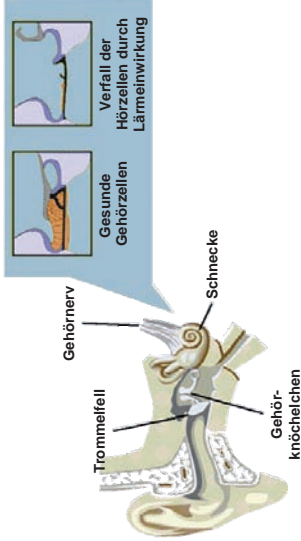
- Irreparable Innenohrschäden
- Reparable Trommelfellverletzungen

#### Chronische Lärmschäden

Durch Schalldruckpegel über längere Expositionszeiträume

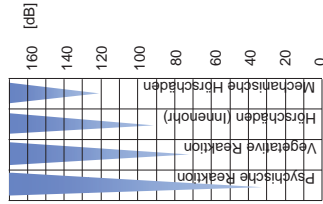
- Zeitlich begrenzte Hörschwächenverschiebung (TTS)
- Beständige Hörschwellenverschiebung (PTS)

## Wirkung -Verfall von Hörzellen



## Wirkung auf den Organismus

- Psychische Reaktionen
- Weitung der Pupillen
- Hörschäden/ Mechanische Schäden
- Abgabe von Schilddrüsenhormonen
- Herzklopfen
- Adrenalinabgabe
- Hormonabgabe der Nebennierenrinde
- Magen- und Darmbewegungen
- Muskelreaktionen
- Verengung der Blutgefäße



## Grenzwerte


Gilt für Tageslärm- ( $L_{ex, sh}$ ) und Spitzen Schalldruckpegel ( $L_{sp, peak}$ )

	Lärm - Vibrations Verordnung 2007	EG-Richtlinie Lärm	Gehörschutz zur Verfügung stellen
Untere Auslösewerte	80 dB (A) 135 dB (C)	80 dB (A) 135 dB (C)	Unvermeidung der Beschäftigten Allgemeine arbeitsmedizinische Beratung Arbeits-/Arbeitsmedizinischer Versorgungsuntersuchung
Oberer Auslösewerte	85 dB (A) 137 dB (C)	85 dB (A) 137 dB (C)	Gehörschutz, Tragpflicht Lärmbereichskennzeichnung Zugangsbeschränkung zum Lärmbereich
Expositions-grenzwerte	Entspricht den oberen Auslösewerten	87 dB (A) 140 dB (C)	Lärminderungsprogramm Veranlassung arbeitsmedizinischer Versorgungsuntersuchungen Vorsorgemaßnahmen

### Grenzwerte

VDI-Richtlinie 2059, Blatt 3, Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“  
Es sollen folgende Beurteilungspegel nicht überschritten werden:

- 70 dB (A) Bei einäclichen oder überwiegend mechanisierten Burotätigkeiten
- 55 dB (A) Bei überwiegend geistigen Tätigkeiten, bei besondere hohen geistigen Anforderungen 30 bis 40 dB (A)



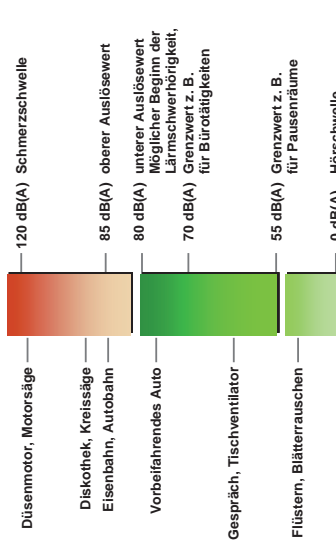
DIN EN ISO 11650-1, Richtlinien für die Beurteilung der mischbetrieblicher Arbeitsstätten“  
Folgende Grenzwerte sollen nicht überschritten werden:

- 80 dB (A) Industrielle Arbeitsstätten
- 55 dB (A) Routinemäßige Büroarbeit
- 45 dB (A) Tätigkeiten, die besondere Konzentration verlangen

Modul 3-2 17 von 25

### Grenzwerte

- 120 dB(A)** Schmerzschwelle
- 85 dB(A)** oberer Auslösewert
- 80 dB(A)** unterer Auslösewert
- 70 dB(A)** möglicher Beginn der Lärmschwerhörigkeit, Grenzwert z. B. für Burotätigkeiten
- 55 dB(A)** Grenzwert z. B. für Pausenräume
- 0 dB(A)** Hörschwelle



Quelle 3: BAUA/BGIA 18 von 25

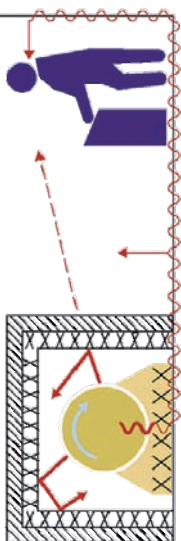
### Technische Lösungen zum Schallschutz

#### Konstruktive Maßnahmen

- Verminderung der Schallemission durch Verringerung von Anregungskräften und Geschwindigkeiten sowie die konstruktive Beseitigung von Resonanzen
- Verminderung von Impulsärm durch Einhaltung von Fallhöhen
- Auswechseln lärmerezeugender Maschinenteile (z.B. Elektroantrieb statt Luftdruck)
- Beeinflussung der schallmregenden Kräfte (z.B. Frequenzänderung eines rotierenden Teils)
- Verminderung der Körperschallaufnahmefähigkeit ( Körperschalldämpfung, Grauguss statt Stahl)

#### Technologische Maßnahmen

- Auswahl schallarmer Arbeitsverfahren
- Räumliche Konzentration schallintensiver Arbeitsmittel in Arbeitsstätten und Schaffung von Ruhezeiten

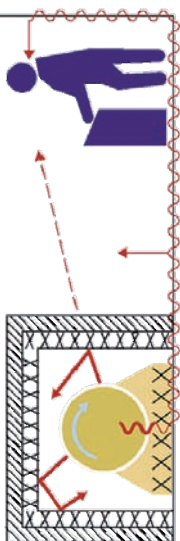


Kapselung (Luftschalldämmung) einschließlich Körperschallisolierung

Quelle 6: Lehdler, G. (2005) 19 von 25

### Beispiel Technische Lösung Schallschutz

Kapselung (Luftschalldämmung) einschließlich Körperschallisolierung



Quelle 3: BAUA/BGIA 20 von 25

## Lärm

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen und Bilder

- Quelle 1: **Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)**: Geschäfts- und Rechnungsergebnisse der gewerblichen Berufsgenossenschaften in Deutschland
- Quelle 2: **Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart**, Skript Arbeitsumgebungsgestaltung 2003
- Quelle 3: **BAUABGIA**: Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit, Folien Lärm
- Quelle 4: **Bullinger, H.-J.**: Ergonomie-Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: B.G. Teubner 1994
- Quelle 5: **BGI 688**: Lärm am Arbeitsplatz in der Metallindustrie
- Quelle 6: **Lehder, G., Skiba, R.**: Taschenbuch Arbeitssicherheit. Berlin: Erich Schmidt Verlag 2005

Modul 3-2

21 von 26

## Lärm

Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)



Modul 3-2

22 von 25

## Lärm

- Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung**, 8. März 2007
- Arbeitsstättenverordnung** ArbStättV
- Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS)** im DIN und VDI [www.nals.din.de](http://www.nals.din.de)
- DIN-Taschenbuch 315** Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik 3 – Messung der Geräuschemission von Maschinen
- BVG B3**: Schutz vor Lärm
- BGI 688**: Lärm am Arbeitsplatz in der Metallindustrie
- DIN EN ISO 11690-1** Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten - Allgemeine Grundlagen
- DIN EN ISO 11690-2** Akustik - Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer maschinenbestückter Arbeitsstätten – Lärminderungsmaßnahmen
- VDI 2058 Blatt 3**: Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten
- DIN 45630**: Grundlagen der Schallmessung
- DIN 45645-2** Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Geräuschemissionen am Arbeitsplatz

Modul 3-2

23 von 26

## Lärm

- Normenreihe VDI 2720** Schallschutz durch Abschirmung in Räumen und im Nahfeld
- VDI 3720**: Lärmarm Konstruieren, Beispielsammlung

Modul 3-2

24 von 25



**Beispiel BGIA**

Lärminderung Betonfertigung

Lärminderung Kreissäge

## Mechanische Schwingungen

### Übersicht

#### Begriffsbestimmung

#### Einteilung nach der Einwirkung

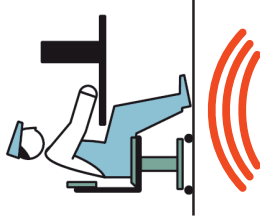
#### Einteilung nach der Schwingungsart

#### Kenngrößen

#### Wirkung von Schwingungen

#### Schädigung durch Schwingungen Grenzwerte

#### Technische Lösungen zum Schwingungsschutz



Modul 3-3

1 von 23

## Begriffsbestimmung

**Mechanische Schwingungen** entstehen vor allem beim Gebrauch mechanischer Werkzeuge und beim Betrieb von Fahrzeugen (Emissionen).

Sie sind häufig mit **Lärm** verknüpft. Das resultiert aus den in vielen Fällen gleichen physikalischen Ursachen wie z.B. unausgeglichene Massenkräften, Stoßvorgängen, Wechselwirkung von Werkzeug und Werkstück.

Modul 3-3

2 von 23

## Einteilung nach Einwirkung

### Stationäre Maschinen

- Pressen
- Motoren / Generatoren
- Turbinen
- Anlagen

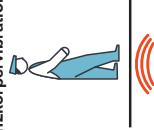
### Transportmaschinen

- Züge
- Schiffe
- Flugzeuge

### handgeführte Maschinen

- Schlagbohrmaschinen
- Kettensägen
- Balkenmäher
- Presslufthämmer

## Ganzkörpervibrationen



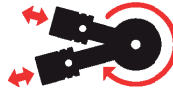
## Hand-Arm-Vibrationen



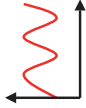
## Emissionen durch

führen zu **Immissionen**

## Einteilung nach der Schwingungsart



Periodische Schwingungen  
z.B. Motoren, Generatoren, Pressen



Stochastische Schwingungen  
z.B. Fahrzeuge



Modul 3-3

3 von 23

Modul 3-3

4 von 23

## Beispiele Schwingungsemission






**Wendelförderer**  
(emittierte Schwingungen wirken auf den ganzen Körper)

**Bohrhammer**  
(verursacht Hand-Arm-Vibrationen)

Beispiele für Maschinen die mechanische Schwingungen emittieren

Modul 3-3  
5 von 23

## Kenngrößen

**Beschleunigungsamplitude**  
(Intensität) der Schwingung

**Schwingungsart**  
(Ganzkörperschwingung, Hand-Arm-Schwingung)

**Schwingungsrichtung**  
(entsprechend dem körperbezogenen Koordinatensystem)

**Frequenz der Schwingung**

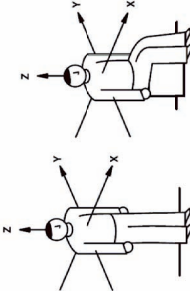
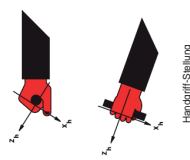
**Frequenzbewertete Beschleunigung (GKV)**

**Schwingungsgesamtwert (HAV)**

Einflussgrößen auf die Schwingungsbeschleunigung

Modul 3-3  
6 von 23

## Koordinatensysteme Schwingungen

Physiologische Koordinatensysteme für Schwingungen  
(nach VDI-Richtlinie 2057)

Flache Handgriffen-Auflage

Modul 3-3  
7 von 23

## Wirkung auf Menschen

- Die Wirkung von **Schwingungen** ist abhängig von Amplitude und Frequenz.
- Auf die Organsysteme des Menschen schädigend wirken insbesondere Schwingungen mit niedriger Frequenz, da in diesem Bereich deren **Resonanzfrequenzen** liegen.
- Schwingungen mit großen Amplituden und niedriger Frequenz schädigen vor allem den Bewegungsapparat.
- Schwingungen mit hohen Frequenzen (z.B. bei handgeführten Maschinen) können zu Durchblutungsstörungen der Finger führen
- Schwingungen beeinträchtigen darüber hinaus auch die Reaktion und Geschicklichkeit und können damit zu einer erhöhten Unfallgefahr führen.

Modul 3-3  
8 von 23

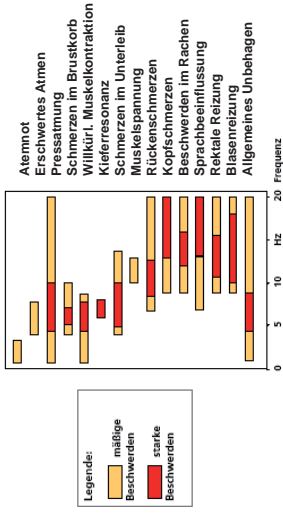
### Resonanzfrequenzen Mensch

Körperteil	Körperstellung	Frequenzbereich (Hz)
Ganzkörper	Liegen	1-2
Wirbelsäule	Sitzen	3-6
Magen	Sitzen	4-7
Magen	Liegen	4-8
Brustkorb	Sitzen	4-6
Brustkorb	Liegen	6-12
Hand-Arm-System	Horizontaler Unterarm	8-20
Augäpfel	Kopf aufrecht	20-25
Schädelknochen	Liegen	50-70

Modul 3-3

9 von 23

### Reaktionen auf starke Schwingungen



Modul 3-3

Quelle 2: H.Schmauber 1983, 10 von 23

### Schädigungen

Vaskuläre Störungen	Neurologische Erkrankungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Störungen durch zeitweilige Durchblutungsstörungen bei Hand-Arm-Schwingungen, z.B. BK 2104</li> <li>„Weißfingerkrankheit“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kribbeln und Taubheitsgefühl in den Fingern, z. B. durch Quetschung von Nerven wie beim Karpaltunnelsyndrom</li> </ul>
Skeletale Erkrankungen	Muskuläre Erkrankungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>degenerative Veränderungen von Knochen und Gelenken des Hand-Arm-Systems ausgelöst durch Erschütterungen, z.B. BK 2103</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muskelschwäche, Schmerzen in den Händen und Armen durch mechanische Verletzung oder die Schädigung von Nerven</li> </ul>

nach DIN EN ISO 5349-1:2001-12

Modul 3-3

11 von 23

### Beispiel Weißfingerkrankheit



Weißfingerkrankheit

Modul 3-3

12 von 23

**Grenzwerte**

	Lärm- Vibrations- Arbeitsschutzverordnung	Beschäftigte informieren und über Gefahren unterweisen
<b>Auslöswerte</b>	2,5 m/s <sup>2</sup> 0,5 m/s <sup>2</sup>	Vibrationsminderungsprogramm aufstellen und durchführen
• HAV • GKV		Beschäftigten Vorsorge-untersuchungen anbieten
<b>Expositions-grenzwerte</b>	5,0 m/s <sup>2</sup> z-Achse 0,8 m/s <sup>2</sup> xy-Achse 1,15 m/s <sup>2</sup>	Sofortmaßnahmen ergreifen und Überschreiten vermeiden
• HAV • GKV		Regelmäßige Vorsorge-untersuchungen veranlassen

Modul 3-3 13 von 23

**Technische Lösungen zum Schwingungsschutz**

- Drehende statt oszillierende Maschinenteile
- Riementrieb statt Kettentrieb
- Bohren statt Stanzen oder Hämmern
- Gießen statt Schmieden
- Drücken statt Schlagen
- Elektroantrieb statt Verbrennungsmotor
- Optimale Drehzahlen und Geschwindigkeiten
- Unwuchten der drehenden Maschinenteile vermeiden
- Zusatzmassen zur Senkung der Eigenfrequenzen
- Geringe Fertigungstoleranzen realisieren

Modul 3-3 14 von 23

**Beispiel Technische Lösung zum Schwingungsschutz**

Erregersystem Zu schützendes Objekt (Schmiedehammer) (PC-Arbeitsplatz)

**Quellnahe Isolierung**

Prinzip der "quellnahen" Isolierung" Isolierung des Schwingungserregers

**Quellferne Isolierung**

Prinzip der "quellfernen Isolierung" Abschirmen des zu schützenden Arbeitsplatzes

Modul 3-3 15 von 23

**Beispiel Technische Lösung zum Schwingungsschutz**

Schlagschrauber

**Technische Lösung** durch spezielle vibrationsdämpfende Griffgestaltung und Abstützung des Reaktionsmoments

Quelle: 3: ITH GmbH

Modul 3-3 16 von 23

## Mechanische Schwingungen

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen und Bilder

Quelle 1: **Bullinger, H.-J.**: Ergonomie-Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: B.G. Teubner 1994

Quelle 2: **Schnauber, H.; Hertenich, J.**: Auswirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen; Haufe Verlag 1989

Quelle 3: **ITH GmbH**, [www.ith.de](http://www.ith.de)

Quelle 4: **Institut für Arbeitsschutz**, DGUV

Modul 3.3

17 von 23

## Mechanische Schwingungen

### Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)



Modul 3.3

18 von 23

## Mechanische Schwingungen

**Lärm- und Vibrations-Arbeitschutzverordnung**, 8.März 2007

**Vibrationsrichtlinie 2002/44/EG** vom 25.06.2002

**Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik**

**(NALS) im DIN und VDI** [www.nals.din.de](http://www.nals.din.de)

**VDI 2057**, Blatt 1: Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen

-Ganzkörperschwingungen

**VDI 2057**, Blatt 2: -Hand-Arm-Schwingungen

**VDI 2057**, Blatt 3: -Ganzkörperschwingungen an Arbeitsplätzen in Gebäuden

**VDI 3831** Schutzmaßnahmen gegen die Einwirkung mechanischer

Schwingungen auf den Menschen

**DIN EN ISO 8041** Schwingungseinwirkung auf den Menschen-

Messeinrichtungen

**DIN EN ISO 5349-1** Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung von

Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen - Allgemeine

Anforderungen

**DIN EN ISO 5349-2** -Praxisgerechte Anleitung zur Messung am Arbeitsplatz

**DIN EN ISO 14253/A1** Mechanische Schwingungen – Messung und

rechnerische Ermittlung der Einwirkung von Ganzkörperschwingungen auf den

Menschen

Modul 3.3

19 von 23

## Literaturverweise 1 von 2

- **BGIA-Report 6/2006** – Vibrationseinwirkung an Arbeitsplätzen – Kennwerte der Hand-Arm und Ganzkörper-Schwingungsbelastung. Sankt Augustin,

- Hauptband der Berufsgenossenschaften 2006

- **CEN Report CR 12349** Mechanische Schwingungen - Leitfaden über die

- Wirkung von Schwingungen auf die Gesundheit des Menschen: Berlin, Beuth

- 1996

- **Dresig, H.**: Schwingungen und mechanische Antriebssysteme: Berlin

- Heidelberg, Springer Verlag 2006

- **Dupuis, H.; Hartung, E.; Schäfer, N.**: Schwingungsminderung am Arbeitsplatz

- (Forschungsbericht Nr.305); Dortmund. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und

- Unfallforschung 1982

- **Kaulbars, U.**: Messung, Bewertung und Beurteilung der Hand-Arm-

- Vibrationsbelastung an Arbeitsplätzen. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und

- Gesundheit am Arbeitsplatz. 48. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für

- Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin, Berlin: Erich Schmidt – Losebl.-Ausg. 2.

- Aufl. 2003 [www.bgia-handbuchdigital.de/210520](http://www.bgia-handbuchdigital.de/210520)

Modul 3.3

20 von 23

## Literaturverweise 2 von 2

- **Riedel, S.; Kinne, J.;** Prüfung von Schwingungsisolierten Fahrzeugsitzen mit mechanischen Mensch-Modellen-Laborversuche:Dortmund, GIA-Press 2002
- **Schnauber, H.; Herterich, J.;** Auswirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen: Haufe Verlag 1989

Modul 3-3

21 von 23

## Beispiel BGIA

Gabelstapler  
Handgeführte Maschinen

Modul 3-3

22 von 23

## Belastungsrechner Schwingung

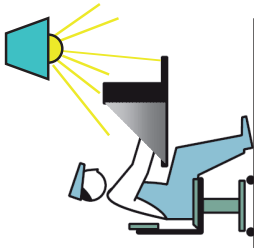
**Kenwertrechner für Hand-Arm-Schwingungen**  
<http://www.hvbq.de/d/haia/pra/softwa/kenwertrechner/>  
**Ganzkörper-Schwingungsbelastungs-Rechner u. a.**  
**Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz**  
[http://bb.osha.de/de/otx/good\\_practice/ae/aehrdungskategorien.php](http://bb.osha.de/de/otx/good_practice/ae/aehrdungskategorien.php)

Modul 3-3

23 von 23

## Beleuchtung/Farbe

## Übersicht



- Bedeutung von Licht
- Physikalische Grundlagen
- Beleuchtungsmessung
- Definition Kontrast
- Lichtwirkung
- Farbwirkung
- Beleuchtungsgestaltung
- Gestaltungsbeispiele

Modul 3-4

1 von 26

## Bedeutung von Licht

Das **Auge** ist das wichtigste Organ zur Informationsaufnahme aus der Arbeitsumgebung. Über 80 % aller Reize werden hier aufgenommen. Um gesehen zu werden, müssen Objekte entweder leuchten oder **Licht** reflektieren. (nach Lucczak, 1993)

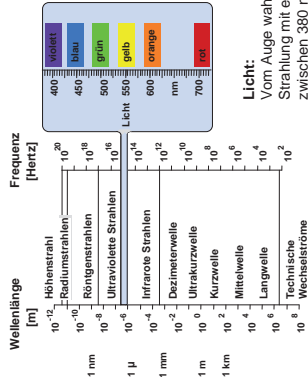
Neben dem direkten Einfluss auf das Sehvermögen, beeinflusst **Licht** auch das vegetative Nervensystem und viele Lebensfunktionen des Körpers. Durch **Licht** wird der Hormonhaushalt und die „innere Uhr“ des Menschen gesteuert. (nach Fisch, 2000)



Modul 3-4

2 von 26

## Physikalische Grundlagen



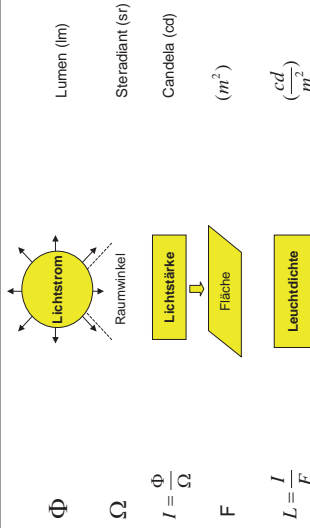
**Licht:**  
Vom Auge wahrnehmbare Strahlung mit einer Wellenlänge zwischen 380 nm und 730 nm

Strahlenspektrum

Modul 3-4

3 von 26

## Lichttechnische Größen



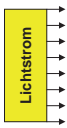
nach Laing 1992 (siehe auch DIN EN 12464-1:2003-03)

Modul 3-4

4 von 26




### Lichttechnische Größen

$\Phi$   


Lichtstrom

$lm$   

Lumen (lm)

$F$   


beleuchtete Fläche

$m^2$   

(m<sup>2</sup>)

$E = \frac{\Phi}{F}$   

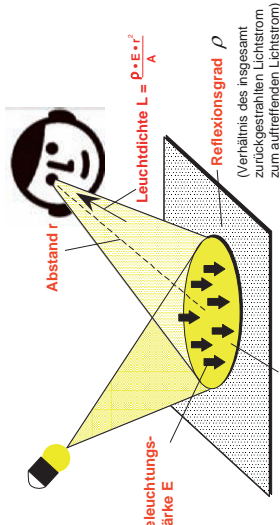
Beleuchtungsstärke

$\frac{lm}{m^2} = Lux(x)$   

Beleuchtungsstärke

Modul 3-4 5 von 26

### Lichttechnische Größen



Abstand r

Beleuchtungsstärke E

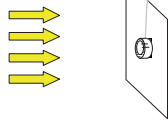
Fläche A

Leuchtdichte  $L = \frac{\rho \cdot E \cdot r^2}{A}$


Reflexionsgrad  $\rho$   
(Verhältnis des insgesamt zurückgestrahlten Lichtstrom zum auftretenden Lichtstrom)

Modul 3-4 6 von 26

### Beleuchtungsmessung



Messung der Beleuchtungsstärke



Messung der Beleuchtungsstärke in einer Drehmaschine

Modul 3-4 7 von 26

### Definition Kontrast

Kontrast ist ein **Leuchtdichteunterschied** zweier benachbarter Flächen.

Der Kontrast kann entweder als Helligkeitskontrast, Farbkontrast oder als kombinierter Kontrast auftreten.

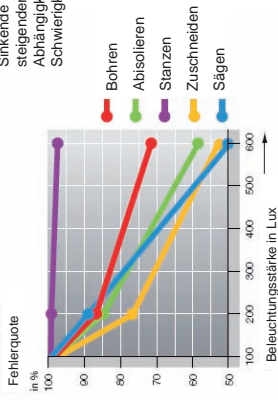
Ein Sehobjekt ist nur dann zu erkennen, wenn es einen Mindestkontrast zu seiner Umgebung aufweist.

Zu starke Kontraste führen zu Blendung.

Modul 3-4 8 von 26

## Lichtwirkung

**Nachgewiesene Wirkung:**  
Sinkende Fehlerquote bei steigender Beleuchtung in Abhängigkeit vom Schwierigkeitsgrad der Arbeit



Quelle 1: lichtforum 39

Modul 3-4

9 von 26

## Negative Wirkungen

### Sichtbares Licht

Eine schlechte Lichtgestaltung kann zu Blendung führen und damit die Erkennbarkeit am Arbeitsplatz negativ beeinflussen. Schlechte Beleuchtung erhöht außerdem das Unfallrisiko, da es die Ermüdung fördert und die Sehfunktion beeinträchtigt.

Eine spezielle Gefährdung, ist die durch **Laserstrahlen**. Durch die starke Lichtbündelung kann es zu Schädigungen der Netzhaut des Auges kommen.



### Nicht sichtbares Licht

**IR- und UV-Strahlung** sind oft Bestandteile des Lichts. Sie entstehen beim Schweißen, an Feuerstätten, sowie an Laseranlagen. Durch diese kann es zu Haut- und Augenschäden kommen. So führt die **UV-Strahlung** bei Schweißarbeiten ohne Augenschutz zu Entzündungen der Horn- und Bindehaut der Augen. **IR-Strahlung** kann ebenso wie **UV-Strahlung** zu Sonnenbrand führen und erhöht das Hautkrebsrisiko.

Modul 3-4

10 von 26

## Farbwirkung

Farbwirkung entsteht beim Auftreffen sichtbaren Lichts auf Gegenstände. Je nach Materialeigenschaften werden Teile des Lichtspektrums reflektiert oder absorbiert. Das entstehende Restlicht wird auf die Netzhaut projiziert. Über die Zapfen die in der Netzhaut enthalten sind, ist der Mensch in der Lage **Farben** zu unterscheiden. Der Einsatz von **Farben** in der Praxis lässt sich unter drei Gesichtspunkten gliedern. (nach REFA 1983)

- Sicherheit**, durch Kennzeichnung von Gefahrenquellen durch allgemein verständliche Warnfarben  
**Kennzeichnung**, durch farbliche Codierung von Arbeitsgegenständen sowie Inhalt von Behältern  
**Gestaltung und Ordnung**, durch Zuordnung von Funktionen und Formen von Betriebsmitteln und -gegenständen



Farbkreis nach Johannes Itten (1961)

Modul 3-4

11 von 26

## Farbwirkung

Psychologische Wirkung	Kalt	durch automatisch-unbewusste Reaktionen
Symbolische Wirkung	Ruhe In Ordnung	entsteht durch meist jahrhundertalte Überlieferungen
Kulturelle Wirkung	Reinheit Tod	bedingt durch unterschiedliche Lebensweisen
Politische Wirkung	Linke Politik	durch bekannte besondere Symbolik
Traditionelle Wirkung	Sachsen	durch historischen Hintergrund
Kreative Wirkung	Anregung	neue Wirkungen durch überraschende Farben

Quelle 2: Eva Heller (2004)

Modul 3-4

12 von 26

## Farbwirkung

Farbe	Distanzwirkung	Temperaturwirkung	Psychische Wirkung
■	Entfernung	kalt	beruhigend
■	Entfernung	sehr kalt bis neutral	sehr beruhigend
■	Nähe	warm	sehr aufreizend beunruhigend
■	sehr nahe	sehr warm	anregend
■	Nähe	warm	anregend
■	sehr nahe einengend	neutral	anregend
■	sehr nahe	kalt	aggressiv, beunruhigend entnützend

nach BGI 523

Modul 3-4 13 von 26

## Einfluss von Farbe

### Wahrnehmungsdimensionen


#### Effekte

Farben im Bereich von Rot bis Goldgelb erzeugen den Wahrnehmungseindruck von "warm", Farben im Bereich von Cyan über Blau bis Violett den Eindruck von "kalt"


Rot, Weiß, Gelb und Cyan erscheinen hart; Grün, Blau, Schwarz und Grau erscheinen weich.

Helle Gegenstände erscheinen leichter; dunklere schwerer


#### Temperatur



#### Härte



#### Gewicht



Einfluss von Farbe auf die Wahrnehmungsdimension

Modul 3-4 14 von 26


## Einfluss von Farbe

### Wahrnehmungsdimensionen

#### Effekte

#### Ausdehnung

Grüne und blaue Objekte erscheinen größer als rote und gelbe Objekte.




#### Entfernung

Grüne und blaue Flächen erscheinen weiter nach hinten verschoben, gelbe und rote Flächen erscheinen hervortretend.



#### Plastizität

Kurzweilige Farben (Violett, Blau, Cyan) lassen Gegenstände flacher erscheinen.



Einfluss von Farbe auf die Wahrnehmungsdimension

Modul 3-4 15 von 26

## Beleuchtungsgestaltung

Ziele der **Beleuchtungsgestaltung** sind,

- die Verringerung des Risikos von arbeitsbedingten Unfällen,
- die Vermeidung negativer Augenbelastungen, wie Kopf- und Nackenschmerzen,
- Erhöhung der Produktivität durch bessere Konzentration auf die Arbeitstätigkeit und dadurch Verringerung der Fehlerrate.

Anforderungen an die **Beleuchtung** werden bestimmt durch,

- **Sehkomfort** (dem Beschäftigten soll ein Gefühl des Wohlbefindens vermittelt werden),
- **Sehleistung** (die Durchführung der Sehaufgabe auch über einen langen Zeitraum),
- **Sicherheitserfordernisse** im Normalbetrieb und unter Gefahrenbedingungen.

Quelle: 3. C.Lehner/ R.Siklbaa (2005)  
Modul 3-4 16 von 26

## Beleuchtungsgestaltung

- Ausreichend hohes Helligkeitsniveau
- Harmonische Helligkeitsverteilung
- Größtmögliche Blendbegrenzung
- Gute Kontrastwiedergabe
- Richtige Lichteinfallrichtung
- Richtige Schattigkeit
- Richtige Lichtfarbe und angemessene Farbwiedergabe
- Hoher Energienutzungsgrad
- Angenehme Lichtatmosphäre
- Sparsamer Energieverbrauch

Ergebnisse gezielter Beleuchtungsgestaltung

Modul 3-4

17 von 26

## Mindestbeleuchtungsstärken

Art des Raumes bzw. der Tätigkeit (Beispiele)	Beleuchtungsstärke in Lux (lx)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verkehrsflächen und Flure</li> <li>▪ Pausenräume</li> <li>▪ Lagerräume</li> </ul>	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mittelfeine Montagearbeiten</li> <li>▪ Grobe/mittlere Maschinenarbeiten (Toleranz &gt; 0,1 mm)</li> <li>▪ Produktionsanlagen mit ständigem manuellen Eingriffen</li> </ul>	300
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Werkzeug-, Lehr- und Vorrichtungsbau</li> <li>▪ Präzision- und Mikromechanik</li> </ul>	1000

Erforderliche Beleuchtungsstärken (nach DIN EN 12464-1:2003-03 Abs. 5.3)

Modul 3-4

18 von 26

## Beispiel Lichtgestaltung

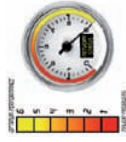


Integrierte Maschinenbeleuchtung  
(siehe auch DIN EN 1837)

Modul 3-4

19 von 26

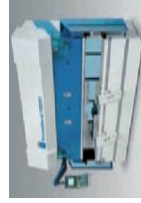
## Beispiele Farbgestaltung



Hervorhebung  
problematischer  
Zustände an Anzeigen  
durch die Farbwahl  
(psychologische  
Farbwirkung)



Farbliche Differenzierung  
wichtiger  
Bedienelemente  
(symbolische  
Farbwirkung)  
DIN EN 60204-1



Visuelle Gliederung  
funktionaler Unterschiede  
durch Farbauswahl

Modul 3-4

20 von 26

**Beleuchtung/Farbe**

**Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen und Bilder**

Quelle 1: **Gesellschaft für gutes Licht**: Lichtforum Ausgabe 39; [www.licht.de](http://www.licht.de)  
Quelle 2: **Heller, E.**: Wie Farben wirken. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH 2004  
Quelle 3: **Lehder, G.; Skiba, R.**: Taschenbuch der Arbeitssicherheit. Berlin: Erich Schmidt Verlag 2005

Modul 3.4

21.von.26

**Beleuchtung/Farbe**

Verweis auf normative Bezüge (Arbeitsmaterial)

Modul 3.4

22.von.26

**Beleuchtung/Farbe**

**BGI 523** Mensch und Arbeitsplatz  
**BGI 5006** Expositionsgrenzwerte für künstliche optische Strahlung; 2004  
**BGR 131-1** Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten; 2006-10  
**BGV 52** UVV Laserstrahlung; 1997-01  
**DIN 2403** Kennzeichnung von Rohren nach dem Durchflussstoff  
**DIN 25430** Sicherheitskennzeichnung im Strahlenschutz  
**DIN 5381** Kennfarben  
**Normenreihe DIN 4844** Graphische Symbole und Sicherheitskennzeichen  
**Normenreihe DIN 5033** Farbmessung  
**Normenreihe DIN 5035** Beleuchtung mit künstlichem Licht  
**Normenreihe DIN 6163** Farben und Farbgranzen für Signallichter  
**Normenreihe DIN 6164** DIN-Farbarten  
**DIN 6171-1** Aufsichtsfarben für Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen – Farbbereiche bei Beleuchtung mit Tageslicht

Modul 3.4

23.von.26

**Beleuchtung/Farbe**

**DIN EN 1837** Sicherheit von Maschinen - Maschinenintegrierte Beleuchtung  
**DIN EN 12464-1** Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Arbeitsstätten in Innenräumen  
**DIN EN 12665** Licht und Beleuchtung - Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung  
**DIN EN 60204-1** Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Allgemeine Anforderungen  
**DIN EN 60825-1** Sicherheit von Laser-Einrichtungen - Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen

Modul 3.4

24.von.26

### Literaturverweise

- **Fisch, J.:** Licht und Gesundheit – Das Leben mit optischer Strahlung
- **Literaturrecherche:** TU Ilmenau, Fachgebiet Lichttechnik, März 2000
- **Gerfcke, A.:** Farbwirkung, Farbassoziation, Farbsymbolik, Berlin 1990
- **Heller, E.:** Wie Farben wirken, Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH 2004
- **Horton, W.:** Das Icon-Buch, Bonn: Addison-Wesley GmbH 1994
- **Lehder, G.; Skiba, R.:** Taschenbuch der Arbeitssicherheit, Berlin: Erich Schmidt Verlag 2005
- **Luczak, H.:** Arbeitswissenschaft, Berlin Heidelberg: Springer Verlag 1998
- **Meier, V.:** Licht und Farbe im Industriebetrieb, Berlin: Duncker und Humblot GmbH 1996
- **Saller, R.:** Vitamin D, UV-Biologie und Heliotherapie, Stuttgart: Hippokrates Verlag GmbH 1982
- **Voelker, S.:** Eignung von Methoden zur Ermittlung eines notwendigen Beleuchtungsniveau, Marburg: Tectum Verlag 1999

Modul 3-4

25 von 26

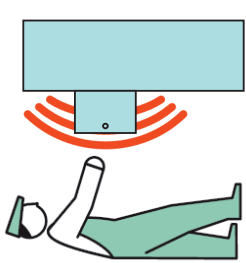
### Beispiel BGIA

#### UV-Abschirmung

Modul 3-4

26 von 26

### Klima



**Übersicht**

Definition Klimaparameter

Physiologische Grundlagen

Anpassung des menschlichen Körpers

Messgrößen und –geräte

Kalte und heiße Medien

Technische Lösungen zur Gestaltung

Modul 3-5  
1 von 16

### Definition Klimaparameter

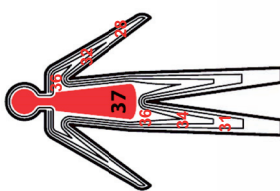
Die Leistungsfähigkeit eines Menschen hängt stark von seinem persönlichen Wohlbefinden ab. Ein ausgeglichener Wärmehaushalt und entsprechende klimatische Bedingungen sind Voraussetzungen dafür. Leistungsabfall, Unwohlsein, Krankheit bis hin zum Ausfall der Arbeitskraft können Folgeerscheinungen von schlechten Klimaparametern sein.

**Klimaparameter** sind:

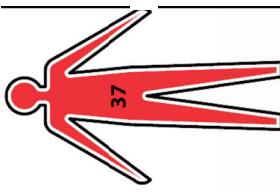
- Lufttemperatur
- Temperatur der Umschließungsfläche (in Räumen)
- Luftfeuchtigkeit
- Luftgeschwindigkeit und
- Wärmestrahlung.

Modul 3-5  
2 von 16

### Physiologische Grundlagen



20 °C



Lufttemperatur 35 °C

Temperaturverlauf im menschlichen Körper abhängig von der Lufttemperatur  
Quelle 1: nach Schmidt, Theews (1987)  
Modul 3-5  
3 von 16

### Anpassung des menschlichen Körpers

**Schweißverdunstung**  
an der Hautoberfläche  
(Wasserverdampfung  
ca. 60% der  
Wärmeabgabe)

**Wärmestrahlung**  
(ca. 20% der Wärmeabgabe)

**Wärmeproduktion**  
durch Stoffwechsel (Muskelarbeit)

**Wärmekonvektion** an  
die umgebende Raumluft  
(ca. 15% der Wärmeabgabe)

**Wärmeeisolation**  
durch die Bekleidung

**direkte Wärmeleitung**,  
z.B. von den Fußsohlen  
durch die Schuhsohle  
an den Fußboden  
(ca. 5% der Wärmeabgabe)

Modul 3-5  
4 von 16

## Körperliche Reaktionen auf Umgebungstemperaturen

### Niedrige Umgebungstemperatur

führt zu Wärmemangel des Körpers

**Körperreaktionen:**

- **Erhöhung der Sauerstoffaufnahme** bewirkt eine erhöhte Wärmeproduktion im Körper
- **Absenken der Herzfrequenz** führt zur Verringerung der Blutumlaufgeschwindigkeit, dadurch Reduzierung der abgegebenen Wärme des Körperkerns an die Umgebung

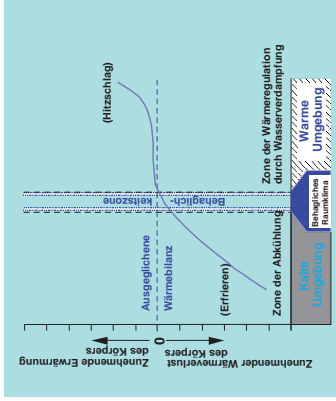
### Hohe Umgebungstemperatur

führt zu Wärmeüberschuss des Körpers

**Körperreaktionen:**

- **Schweißverdunstung** bewirkt Kühlung des Körpers durch Verdunstungskühle
- **Erhöhung der Herzfrequenz** führt zur Erhöhung der Blutumlaufgeschwindigkeit, dadurch Erhöhung der Wärmeabführung über Haut und Atemwege

## Wärmebilanz des Körpers



## Messgrößen und -geräte

Klima-parameter	Messgröße	Messgerät	Maßeinheit
Lufttemperatur	Trocken-temperatur	Thermometer	Grad Celsius [°C] Kelvin [K]
Luftfeuchte	Feucht-temperatur	Aspirations- psychrometer	Prozent relativer Feuchte [%]
Luftgeschwin- digkeit	Luftströmungs- geschwindigkeit	Flügelrad- thermisches Anemometer	Meter pro Sekunde [m/s]
Wärme- strahlung	Wärmestrom- dichte	Globethermo- meter, Infrarot- messsonden	Watt pro m <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> ]

## Kalte und heiße Medien

Der Kontakt mit kalten und heißen Medien im Arbeitsprozess kann an exponierten Stellen zu schweren Schädigungen der Hautoberfläche durch Erfrierungen bzw. Verbrennungen führen.

Beispiele:

Kalte Medien	Heiße Medien
▪ Kalte Oberflächen	▪ Heiße Oberflächen
▪ Kalte Flüssigkeiten	▪ Heißdampf/ Heißluft
▪ Verflüssigte Gase	▪ Offene Flammen
▪ Verdampfte Kältemittel	▪ Spritzer heißer Medien



**Schwellenwerte Oberflächentemperatur**

Wirkung	Erfrischung	Taubheit	Schmerz	Wärmeträgheit $F_0$ [ $10^6 \text{ J}^2 / \text{s m}^2 \text{ K}^2$ ]
Aluminium	-7,0	+3	15	449
Stahl	-12,5	-1	15	52,9
Stein	-18,5	-15	3,5	4,35
Nylon	-	-40	-6	0,61
Holz	-	-	-10	0,27

Schwellenwerte der Oberflächentemperatur für verschiedene Wirkungen (nach DIN EN ISO 13732, bei 10 Sekunden Kontaktdauer)

**Verbrennungsschwellenwerte**

Material	1 min		10 min		8 Std +	
	51	48	48	43	43	43
Unbeschichtete Metalle	51	48	48	43	43	43
Beschichtete Metalle	51	48	48	43	43	43
Keramische Materialien	56	48	48	43	43	43
Kunststoffe	60	48	48	43	43	43
Holz	60	48	48	43	43	43

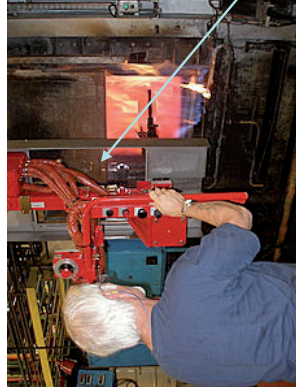
Verbrennungsschwellen  $T_0$  (°C) bei Berührung heißer Oberflächen verschiedener Materialien (nach DIN EN 563)

**Technische Lösungen zur Gestaltung**

**Technische Lösungen**  
(Verminderung der Ausbreitung von Wärmestrahlung)

- Schutzschirme
- Kettenvorhänge
- Wasserschieber
- Absorbierende oder reflektierende Glasoberflächen
- Isolierung von Maschinenteilen
- Klimaanlagen

**Beispiel Technische Lösung**



Greifer zur Handhabung heißer Werkstücke an einem Ofen (mit Schutzschild)

## Klima

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen und Bilder

Quelle 1: Schmidt, R.F.; Thews, G.: Physiologie des Menschen, Berlin: Springer 1987

Quelle 2: Dalmecc S.p.A., [www.dalmecc.de](http://www.dalmecc.de)

Modul 3/5

13 von 16

## Klima

Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)



Modul 3/5

14 von 16

## Klima

### Arbeitsstättenrichtlinien ASR5 (Lüftung) und ASR 6/1, 3 (Raumtemperaturen)

**BGI 5012** Beurteilung des Raumklimas

**Normenreihe DIN 33403** Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung

**DIN EN 563** Sicherheit von Maschinen-Temperaturen berührbarer Oberflächen-

Ergonomische Daten zur Festlegung von Temperaturgrenzwerten für heiße

Oberflächen

**DIN EN ISO 13732-1** Ergonomie der thermischen Umgebung - Bewertungsverfahren

für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen - Heiße Oberflächen

**DIN EN ISO 11399** Ergonomie des Umgebungsklimas - Grundlagen und Anwendung

relevanter internationaler Normen

**DIN EN ISO 7730** Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung

und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und

des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit

**DIN EN ISO 7933** Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung

und Interpretation der Wärmebelastung durch Berechnung der vorhergesagten

Wärmebeanspruchung

Modul 3/5

15 von 16

## Klima

**DIN EN ISO 9920** Ergonomie der thermischen Umgebung - Abschätzung der

Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer

Bekleidungskombination

**DIN EN 27243** Warmes Umgebungsklima - Ermittlung der Wärmebelastung des

arbeitenden Menschen mit dem WBGT-Index (wet bulb globe temperature)

**DIN EN ISO 8996** Ergonomie der thermischen Umgebung - Bestimmung des

körpereigenen Energieumsatzes

**DIN EN ISO 11079** Ergonomie der thermischen Umgebung - Bestimmung und

Interpretation der Kältebelastung bei Verwendung der erforderlichen Isolation der

Bekleidung (IREC) und lokalen Kühlwirkungen

**Normenreihe DIN 50011** Klimare und ihre technische Anwendung;

Klimaprüfeinrichtungen

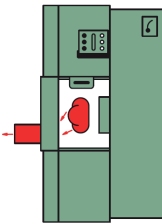
**Bux, K.:** Klima am Arbeitsplatz (Forschungsprojekt F 1987), Dortmund:

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2006

Modul 3/5

16 von 16

**Gefahrstoffe**



**Übersicht**

**Definition Gefahrstoffe**

**Systematik**

**Technische Lösungen zum Schutz vor Gefahrstoffen**


Modul 3-6

1 von 12

**Definition Gefahrstoffe**

**Gefahrstoffe** im Sinne des **Chemikaliengesetzes** sind:

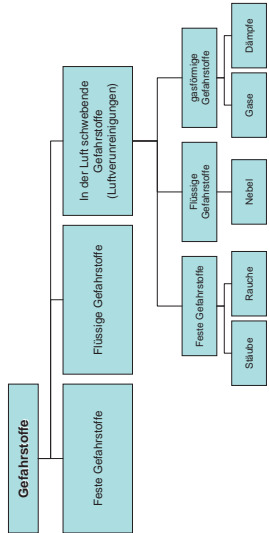
- gefährliche Stoffe und Zubereitungen nach § 3a (§3a: "... Stoffe, die ... explosionsgefährlich, brandfördernd, hochentzündlich, leichtentzündlich, entzündlich, sehr giftig, giftig, gesundheitsschädlich, ätzend, reizend, sensibilisierend, krebserzeugend, forplanzungsgefährdend, erbgutverändernd oder umweltgefährlich sind.") sowie Stoffe und Zubereitungen, die sonstige chronisch schädigende Eigenschaften besitzen,
- Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die explosionsfähig sind,
- Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, aus denen bei der Herstellung oder Verwendung Stoffe oder Zubereitungen nach Nummer 1 oder 2 entstehen oder freigesetzt werden können,
- Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse, die ernährungsgemäß
- Krankheitserreger übertragen können.



Modul 3-6

2 von 12

**Systematik**



```

graph TD
    A[Gefahrstoffe] --> B[Feste Gefahrstoffe]
    A --> C[Flüssige Gefahrstoffe]
    A --> D["In der Luft schwebende Gefahrstoffe (Luftverunreinigungen)"]
    B --> B1[Stäube]
    B --> B2[Rauche]
    C --> C1[Nebel]
    D --> D1["gasförmige Gefahrstoffe"]
    D1 --> D1a[Gase]
    D1 --> D1b[Dämpfe]
    
```

Modul 3-6

3 von 12

**Technische Lösungen zum Schutz vor Gefahrstoffen**

**Technische Lösungen:**

- Kapselung von Maschinen
- Filterung und Absorption von Stoffen
- Absaugen von Gefahrstoffen
- Erzeugen von Überdruck und gerichteter Luftzufuhr



Quelle: BGE  
[www.bgr.de/asp/dms.asp?ur=/f/z/84.htm](http://www.bgr.de/asp/dms.asp?ur=/f/z/84.htm)

Modul 3-6

4 von 12

## Gefahrstoffe

Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)



Modul 3.6

5 von 12

## Gefahrstoffe

**Bundesimmissionsschutzgesetz** vom 26.09.2002 zuletzt geändert 07.11.2006

**Technische Anleitung Luft** - TA Luft vom 20.07.2002

**Chemikaliengesetz** ChemG vom 20.06.2002 zuletzt geändert 07.11.2006

**Gefahrstoffverordnung** vom 23.12.2004 zuletzt geändert am 06.03.2007

Technische Regeln für Gefahrstoffe:

**Chemikalien-VerbotsVO**

**TRGS 101** Begriffsbestimmung zur GefahrstoffVO

**TRGS 102** Technische Richtkonzentration (TRK) für gefährliche Stoffe

**TRGS 402** Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen

**TRGS 600er** Reihe- Ersatzstoffe und Ersatzverfahren

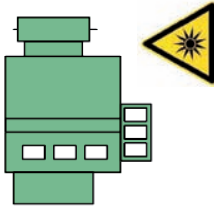
**TRGS 900** Arbeitsplatzgrenzwerte

Modul 3.6

6 von 12

## Strahlung

### Übersicht



Systematik

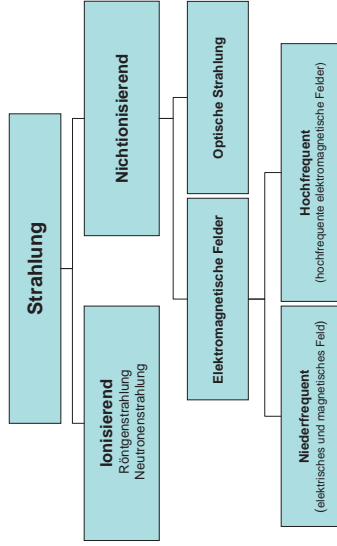
Wirkung von Strahlung

Technische Lösungen zum  
Schutz vor Strahlung

Modul 3.6

7 von 12

## Systematik Strahlung



Modul 3.6

8 von 12

9 von 12

Modul 3-6

**Wirkung von Strahlung**

<b>Ionisierend</b>	<b>Niederfrequente</b>	<b>Hochfrequente</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>ionisierende Strahlung</b> führt bei entsprechenden Dosen zu</li> <li>1. <b>deterministischen Wirkungen</b> Schädigung oder Zerstörung von Zellen</li> <li>2. <b>stochastische Wirkungen</b> Schädigungen der Zellkerne (dadurch Schädigung der Erbanlagen /Entstehung von Krebs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ das <b>elektrische Feld</b> dringt kaum in den Körper ein</li> <li>▪ im <b>magnetischen Feld</b> kommt es zur Induktion von Strömen im Körperinneren, dies kann bei höheren Strömen Herzkammerflimmern fühlen</li> <li>▪ eventuelle Langzeitwirkungen (untenab der Grenzwerte sind wissenschaftlich nicht abgesichert)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>hochfrequente Strahlung</b> wird vom menschlichen Gewebe absorbiert, die Energie der Strahlung führt zu nur lokaler Erwärmung, die Wirkung ist abhängig von der Eindringtiefe, hohe Frequenz = niedrige Eindringtiefe</li> <li>▪ ist die Frequenz im Bereich der körpereigenen Resonanzfrequenz, wird mehr Energie übertragen</li> </ul>

116

10 von 12

Modul 3-6

**Technische Lösungen zum Schutz vor Strahlung**

<b>Ionisierende Strahlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bauliche und technische Vorrichtungen zur Vermeidung von Strahlungsexposition</li> <li>▪ Schutz durch geeignete Arbeitsabläufe</li> <li>▪ Messung der Strahlenexposition zur Vermeidung von Überdosierung (Dosimeter)</li> </ul>
<b>Niederfrequente Strahlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erdung von Objekten im Bereich niederfrequenter elektrischer Wechselfelder (Gefahr der elektrostatischen Aufladung)</li> <li>▪ Isolation elektrischer Leiter</li> </ul>
<b>Hochfrequente Strahlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inbetriebnahme von Geräten nur in einwandfreiem Zustand</li> <li>▪ Abschirmung von Mikrowellenstrahlern</li> <li>▪ Einsatz von Abschirmanzügen aus metallisiertem Nylon</li> <li>▪ Abschaltung der Anlagen bei Nichtnutzung</li> </ul>

11 von 12

Modul 3-6

**Strahlung**

**Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)**

→

12 von 12

Modul 3-6

**Strahlung**

**Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten EMVG**

9. GPSGV Neunte Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz  
**Röntgenverordnung - RöV**  
**Bildschirmarbeitsverordnung – BildschirmV**  
**Normenreihe DIN EN ISO 12198** Sicherheit von Maschinen - Bewertung und Verminderung des Risikos der von Maschinen emittierten Strahlung  
**DIN VDE 0848** Sicherheit bei elektromagnetischen Feldern  
**BGV B11** UVV Elektromagnetische Felder  
**BGI 650** Bildschirm- und Büroarbeitsplätze, Leitfaden für die Gestaltung

# Beschreibung Modul 4

## Kurzbeschreibung

<b>Modulnummer:</b>	<b>Modul 4</b>
<b>Modultitel:</b>	<b>Ergonomische Aspekte der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (Human-Machine-Interface)</b>
<b>Modulverantwortlicher:</b> Entwickler	Westfälische Hochschule Zwickau, Institut für Produktionstechnik, Professur Arbeitswissenschaft TU Dresden, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme im Auftrag der KAN
Erarbeitet / aktualisiert am	September 2007
<b>Zeitbedarf:</b>	90 min: drei Teile (40 min, 30 min, 15 min)
<b>Lernziele:</b>	Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sollen folgende Kenntnisse vorliegen: <ul style="list-style-type: none"><li>– Einsicht in wichtige Begriffe und Definitionen</li><li>– Verständnis methodischer Schritte in der Grob- und Feinanalyse von Stellteilen</li><li>– Wissen zu Anforderungen und Merkmalen grob- und feinmotorischer Stellteile</li><li>– Kennen ergonomischer Gestaltungsprinzipien für die Benutzer-Interaktion mit Anzeigen</li><li>– Erkenntnisse bezüglich Auswahl, Gestaltung, Anordnung und Kennzeichnung (anzusprechender Sinneskanal, Codierung der Information bei verschiedenen Signalarten) von Anzeigen</li><li>– Wissen zur Gestaltung optischer Anzeigen (Anforderungen an Erkennbarkeit, Identifizierung und Interpretation)</li><li>– Kenntnis zu Merkmalen und Ausführung von Analog- und Digitalanzeigen</li><li>– Wissen zur Anwendbarkeit von Analog- und Digitalanzeigen</li><li>– Wissen zu Vor- und Nachteilen von Analog- und Digitalanzeigen</li><li>– Kenntnis grundlegender Inhalte wichtiger Normen</li></ul>

# Beschreibung Modul 4

## Detaillierte Beschreibung der Modulinhalte

<b>Modul 4: Ergonomische Aspekte der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (Human-Machine-Interface)</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
<b>Modul 4-1 Stellteilauswahl und -gestaltung</b>				
5	Einleitung, Definition Stellteil Vorgehensweise bei Stellteilauswahl und -gestaltung	○	Modul 4-1 Folie 1, 2, Notizen	Dozent
7	Begriff, Wirkprinzip und Anwendung von Greif- und Kopplungsarten, Prinzipien der Stellteilachslage	○	Modul 4-1 Folien 3-9, Notizen	Dozent
6	Lösungskatalog zur orientierenden Auswahl von Stellteilen	○	Modul 4-1 Folien 10-12, Notizen	Dozent, Teilnehmer
5	Bestimmung der Stellteilabmessungen	○	Modul 4-1 Folien 13, 14	Dozent
7	Material- und Gestaltungsaspekte der Stellteiloberfläche	○	Modul 4-1 Folien 14-17, Notizen	Dozent, Teilnehmer
10	Kompatibilitätsprinzipien	○	Modul 4-1 Folien 18-23, Notizen	Dozent, Teilnehmer
separat	Beispiel Gabelstapler	W	Modul 4-1 Folie 24	Dozent
separat	Beispiel Multifunktionsstellteile	W	Modul 4-1 Folie 24	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 4-1 Folie 27	Dozent
separat	Übungsbeispiel Stellteilauswahl	W	Arbeitsblätter für Studenten, Foliensatz mit Arbeits- und Lösungsblättern für Dozenten, DIN EN 894, Teil 3	Dozent, Teilnehmer
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer

<b>Modul 4: Ergonomische Aspekte der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (Human-Machine-Interface)</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
<b>Modul 4-2 Informatrische Gestaltung der MMS – Auswahl und Gestaltung von Anzeigen</b>				
4	Einleitung, Unterschied zwischen unmittelbarer und mittelbarer Informationsübertragung	○	Modul 4-2 Folien 1, 2, Notizen	Dozent
2	Mögliche Ausgabesysteme für mittelbare Übertragung und entsprechend angesprochene Sinneskanäle	○	Modul 4-2 Folie 3, Notizen	Dozent
4	Gesichtspunkte für die Auswahl von grundlegenden Anzeigarten (optisch, akustisch, haptisch)	○	Modul 4-2 Folie 4, Notizen	Dozent
3	Informationstypen und Auswahl von geeigneten Anzeigen	○	Modul 4-2 Folie 5, Notizen	Dozent
17	Gestaltung optischer Anzeigen (Anforderungen an Erkennbarkeit, Identifizierung und Interpretation)	○	Modul 4-2 Folien 6-13, Notizen	Dozent
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 4-2 Folie 16	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer
<b>Modul 4-3 Informatrische Gestaltung der MMS – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze für Analog- und Digitalanzeigen</b>				
5	Einleitung, Anwendungsfälle für Analog- und Digitalanzeigen und Anzeigemöglichkeiten	○	Modul 4-3 Folien 1-3, Notizen	Dozent
3	Analoganzeigen: Ausführungsformen	○	Modul 4-3 Folie 4, Notizen	Dozent
3	Analoganzeigen: Beispiele für Skaleneinteilung und Beschriftung	○	Modul 4-3 Folie 5	Dozent
2	Digitalanzeigen: Bildschirmanzeigen: Gestaltungsprinzipien	○	Modul 4-3 Folie 6, Notizen	Dozent
2	Digitalanzeigen: Unterschiede in der Gestaltung der Benutzeroberfläche für den Bürobereich und für den Industriebereich	○	Modul 4-3 Folie 7, Notizen	Dozent



# Beschreibung Modul 4

<b>Modul 4: Ergonomische Aspekte der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle (Human-Machine-Interface)</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
separat	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiterführenden Quellen	W	ab Modul 4-3 Folie 10	Dozent
separat	Prüfungsfragen	W	Prüfungsfragen für Dozenten	Dozent, Teilnehmer

Legende der verwendeten Abkürzungen:

O – obligatorisch

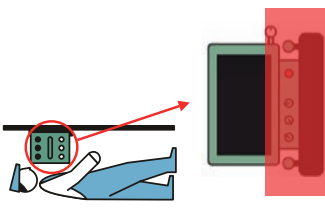
W – wahlweise

**Stellenauswahl und -gestaltung**

**Übersicht**

**Generelle Vorgehensweise**

- Greif- und Kopplungsarten
- Achslage und Abmessungen
- Lösungskatalog zur richtigen Auswahl von Stellteilen
- Bestimmung Stellteilabmessungen
- Oberflächengestaltung
- Kompatibilitätsprinzipien



Modul 4\_1\_V01  
1 von 29

**Vorgehensweise bei Stellenauswahl und -gestaltung**

**Ableitung von Ausgangs- und Einflussgrößen aus Stellaufgabe**

**Festlegung/ Auswahl der Stellteilform**

**Bestimmung der Abmessungen**

**Auswahl des Materials**

**Gestaltung der Oberfläche**

**Ermittlung des Arbeitswiderstandes (Kraft, Moment, Verlaufs)**

**Zeitaufwand für Stellvorgang (Häufigkeit der Betätigung, Art und Dauer einer Einzelbetätigung)**

**Körperstellung (Greifart, Handhaltung, Kopplungsart)**

**Bewegungsart (Bewegungsform, -größe, -richtung)**


Modul 4\_1\_V01  
2 von 29

**Begriffsklärungen - Greifart**

**Greifart = Art der Verbindung zwischen Körperteil und Stellteil**


**(A) Kontaktgriff**

- Stellen mit kleinem Zeitalteil
- nur eine Bewegungsrichtung
- mäßige Dosierbarkeit




**(B) Zufassungsgriff**


- Stellen mit großer Genauigkeit, da willkürlicher Zugriff möglich
- begrenzter Bewegungsbereich



**(C) Umfassungsgriff**

- gute Dosierbarkeit
- Übertragung großer Kräfte
- viele Bewegungsrichtungen
- gute Dosierbarkeit
- langsames Greifen und Loslassen





Modul 4\_1\_V01  
3 von 29

**Begriffsklärungen – Kopplungsart Reibschluss**

**Kopplungsart = Art der Kraftübertragung zwischen Körperteil und Stellteil**

**(A) Reibschluss**

- Kraft bzw. Drehmoment wirken in der Berührungsfäche zwischen Körperteil und Stellteil (tangential, längs zum Stellteil und zur Bewegungsrichtung)
- Übertragung Kraft / Drehmoment über Reibschluss
- Klettern an Kletterstange; Schlüssel aus Schloss ziehen
- Handrad betätigen

Modul 4\_1\_V01  
4 von 29

## Begriffsklärungen – Kopplungsart Reibschluss

**Wirkprinzip**      Bewegungsrichtung

F: Stilkraft  
 $F_N$ : Normalkraft  
 $F_R$ : Reibkraft  
 $\mu$ : Reibungsbeiwert

**Bevorzugte Anwendung**

- genaues Stellen
- schnelles Stellen
- kontinuierliches Stellen
- Stellen mit Nach- und Umgreifen
- für große Stellwege und –winkel

Modul 4\_1\_V01      5 von 29

## Begriffsklärungen – Kopplungsart Reibschluss

### Stellteilgrundformen bei Reibschluss

	Translation			Rotation	
	Zug	Druck	Zug/Druck	Drehwinkel < 180°	Drehwinkel > 180°
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					

Quelle 1: Bullinger 1984

Modul 4\_1\_V01      6 von 29

## Begriffsklärungen – Kopplungsart Formschluss

### (B) Formschluss

- Kraft/Drehmoment wirken senkrecht (radial) zur Berührungsfäche zwischen Körperteil und Stellteil
- Turnen an der Sprossenwand; Drehen eines Schlüssels im Schloss; Öffnen eines Schubfachs mittels Bügelgriff

**Wirkprinzip**

**Bevorzugte Anwendung**

- Übertragung großer Kräfte
- Halten gegen Widerstand
- Tasten der Stellung

Modul 4\_1\_V01      7 von 29

## Begriffsklärungen – Kopplungsart Formschluss

### Stellteilgrundformen bei Formschluss

	Translation			Rotation	
	Zug	Druck	Zug/Druck	Drehwinkel < 180°	Drehwinkel > 180°
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					
Hand					
Finger					

Quelle 1: Bullinger 1984

Modul 4\_1\_V01      8 von 29

### Begriffslarungen

#### Anordnung, Art des Stellteils soll gewahrleisten:

- bei translatorischen Bewegungen;
- Fluchten von Unterarmlangs- und Handachse
- bei rotatorischen Bewegungen;
- Fluchten von anatomischer und funktioneller Achse



### Losungskatalog zur orientierenden Auswahl von Stellteilen

#### Beurteilung von Stellteilen in DIN EN 894-3 uber Eignungskriterien wie:

- A) Leistungskriterien**
- Steilkraft, Stellmoment
  - Steligenauigkeit
  - Schnelligkeit
- B) Kommunikative Kriterien**
- Tastbarkeit der Einstellung
  - visuelle Erkennbarkeit der Einstellung
- C) Sicherheitstechnische Kriterien**
- unbeabsichtigtes Stellen
  - Abgleiten vom Stellteil
  - Stellmoglichkeit mit Handschuh
  - Reinigungsmoglichkeit

### Festlegung/ Auswahl der Stellteifform

#### Leistungskriterien:

Erreichbarkeit der Anforderungen		Bewegungsmerkmal	Nummer der Stellteifamilie
a) Stellgenauigkeit	b) Stellgeschwindigkeit	c) Stellkraft	m) Diskrete Bewegung
●	●	Y -	g
●	●	Z +/-	1
			10



### Festlegung/ Auswahl der Stellteifform

#### Leistungskriterien:

Stellteilmerkmale	Typische Beispiele	Merkmale (spezifische Anforderungsformen)	Bemerkungen
Nr. 10 (Generationsmerkmal) a) Teil der Hand b) Teil der Stellkraftabtragung	Stellhebel Stellknopf	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
10 Kontaktflache Finger	Stellhebel mit Fingerflache	10	10
Stellhebel mit Griff	Stellhebel mit Griff	11	11

**kommunikative u. sicherheitstechnische Kriterien:**

Sicherheitsmerkmal ist bei dieser Stellung anzeige

bei dieser Stellung anzeige

bei dieser Stellung anzeige

**Bestimmung der Abmessungen**

**Mindestmaße nach DIN EN 894-3:2000-06 (Beispiel)**

Greifart	Breite/Durchmesser des Stellteils	Länge des Stellteils längs der Bewegungs- oder Drehachse
Kontaktgriff	<ul style="list-style-type: none"> <li>≥ 7 mm</li> <li>≥ 40 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>≥ 7 mm</li> <li>≥ 40 mm</li> </ul>
Umfassunggriff	≥ 15 mm bis <35 mm	≥ 100 mm

Modul 4\_1\_V01 13 von 29

**Bestimmung der Abmessungen**

**Mindestmaße nach DIN EN 894-3:2000-06 (Beispiel)**

Stellertyp	Art der Nutzung	Mindestmaß	Abstände (mm)	Empfohlenes Maß	Abbildung
Druckknopf	ein Finger — beliebig	13	13	50	
	ein Finger — sequentiell mehrere Finger	6	6	25	
Kippschalter	ein Finger — beliebig	19	19	13	
	ein Finger — sequentiell mehrere Finger	13	13	25	
		16	16	10	

Modul 4\_1\_V01 14 von 29

**Auswahl des Materials/ Gestaltung der Oberfläche**

Unterscheidung:

- glatte Oberflächen unterschiedlicher Rauheiten
- profilierte Oberflächen (Form, Größe, Abstand, Richtung der Profile)

**Erhöhung Reibungskraft zwischen Hand und Griff durch:**

**(1) Erhöhung Reibungsbeiwert = f (Materialeigenschaft, Profilierung)**

$$F_R = \mu \cdot F_N \rightarrow \text{Erhöhung } \mu$$

- bei niedrigen Andruckkräften am Stellteil: glatte Oberflächen bevorzugen
- bei hohen Andruckkräften am Stellteil: profilierte Oberflächen bevorzugen
- Profilierung stets quer zur Bewegungsrichtung
- Kombinationsbewegungen (Drehen und Ziehen): Profilform gekordelt, genoppt
- Grobprofile generell nicht empfehlenswert (Profilabstand < 3mm)

Modul 4\_1\_V01 15 von 29

**Auswahl des Materials/ Gestaltung der Oberfläche**

**Reibungsbeiwerte einiger Materialien**

hoher Reibungsbeiwert	niedriger Reibungsbeiwert
<b>Kontaktgriff:</b> glatte Oberflächen: Plexiglas, Kupfer, Emaille, Hartgummi, Messing verchromt, Glas, PVC weich profilierte Oberflächen: Gummi genoppt, Gummi fein Aluminium grob quer/längs	Leder genarbt, Kork Holz: Esche, Buche Hartholz PVC hart fein/längs
<b>Zulassungsgriff:</b> Bewegung längs der Finger: Hartgummi, PVC weich Bewegung quer zu den Fingern: Hartgummi, PVC weich	Hartholz Holz lackiert, Buche Messing, Aluminium

Modul 4\_1\_V01 16 von 29

## Auswahl des Materials/ Gestaltung der Oberfläche

### Erhöhung Reibungskraft zwischen Hand und Griff durch:

#### (2) Erhöhung Normalkraft (Andruckkraft, Anpresskraft):

Vergrößerung der Koppulungsfläche, Kontakfläche

$$F_R = \mu \cdot F_N \rightarrow \text{Erhöhung von } F_N$$

$$F_N = p \cdot A:$$



Erhöhung Flächenpressung, Erhöhung Kontakfläche

- druckanthropomorphe Werkstoffe (z. B. Gummi)
- bei kleinen und mittleren Anpresskräften: glatte Materialien bevorzugen
- Zweifingerzufassung; Bewegungsrichtung quer zu den Fingern

Modul 4.1\_3/01

17 von 29

## Kompatibilität

### Kompatibilität = Sinnfälligkeit

bei der verknüpfenden Gestaltung von Informationseingabe- und -ausgabesystemen wird gewissen Erwartungen des Nutzers entsprochen

- Verkürzung von Lernphasen
- Verringerung von Fehlhandlungen
- Ausprägung von **Stereotypen** = angelehnte, weitgehend unbewusste und automatisiert ablaufende Reaktion (stabile Verhaltensmuster)



- Abbildungsstereotypen
- Zuordnungsstereotypen von Signalen und Reaktionen
- Erwartungsstereotypen
- Interpretationsstereotypen
- Reaktionsstereotypen

Modul 4.1\_3/01

18 von 29

## Kompatibilität der Kodierung

### Kompatibilität der Kodierung

#### (2) Erhöhung Normalkraft (Andruckkraft, Anpresskraft):

Vergrößerung der Koppulungsfläche, Kontakfläche

$$F_R = \mu \cdot F_N \rightarrow \text{Erhöhung von } F_N$$

$$F_N = p \cdot A:$$



Erhöhung Flächenpressung, Erhöhung Kontakfläche

- druckanthropomorphe Werkstoffe (z. B. Gummi)
- bei kleinen und mittleren Anpresskräften: glatte Materialien bevorzugen
- Zweifingerzufassung; Bewegungsrichtung quer zu den Fingern

Modul 4.1\_3/01

17 von 29

## Kompatibilität der Anordnung (des Ortes)

### Gruppierung von Stellteilen:

Gruppierung in Zeilen und Spalten (regelmäßige Zuordnung)



Prinzip der Nähe: kleinere Abstände zwischen funktional zusammengehörigen Elementen



Prinzip der Symmetrie (Kombination verschiedener Komponenten derselben Funktion in einem System)



Prinzip der Ähnlichkeit (Gleichartigkeit): Elemente gleichen Aussehens sind funktional zusammengehörig



nach ISO/DIS 9255-4:2004

Modul 4.1\_3/01

19 von 29

**Kompatibilität der Anordnung (des Ortes)**

**Kompatibilität des Ortes**  
die Anordnung der Anzeige- und Bedienelemente entspricht der Anordnung in der realen Anlage

a) nicht kompatibel

b) kompatibel

nach: Chapanis, Lindenbaum 1959

Modul 4\_1\_V01

21 von 29

**Kompatibilität der Betätigungsrichtung (Bewegung)**

**Kompatibilität der Richtung**  
zw. Bewegung des Bedienelements und angezeigter Messwertveränderung  
Die Anordnung und die Funktionalität der Anzeige- und Bedienelemente entspricht dem Material-, Energie- oder Informationsfluss

Quelle 3. nach Grandjean 1981

Modul 4\_1\_V01

22 von 29

**Kompatibilität der Betätigungsrichtung (Bewegung)**

an vertikaler Fläche

an horizontaler Fläche

Quelle 3. nach GRANDJEAN (1981)

**Druck-Zug-Knopf:**  
Bewegung weg von der Oberfläche (Ziehen): Zunahme  
Bewegung zur Oberfläche (Drücken): Abnahme

**Heben, Senken mit einem Hebel** in waagerechter Betätigungsbewegung:  
Hebel vorwärts: Senken  
Hebel rückwärts: Heben

Quelle 3. nach GRANDJEAN (1981)

Modul 4\_1\_V01

23 von 29

**Beispiele**

**Arbeitsplatz Gabelstapler**

**Beispiel Multifunktionssteckleiste**

Modul 4\_1\_V01

24 von 29

### Stellteilauswahl und -gestaltung

#### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen

- Quelle 1: **BULLINGER, H.-J. (1994)**: Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.
- Quelle 2: **CHAPANIS, A., & LINDENBAUM, I.E. (1959)**: A reaction time study of four control-display linkages. Human Factors, 1, 1-14.
- Quelle 3: **GRANDJEAN, E. (1991)**: Physiologische Arbeitsgestaltung: Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage. Landsberg: Ecomed.

Modul 4\_1\_V01

25 von 29

### Stellteilauswahl und -gestaltung

#### Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)



Modul 4\_1\_V01

26 von 29

### Stellteilauswahl und -gestaltung

- DIN EN 894-1** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen
- DIN EN 894-3** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Stellteile
- ISO/DIS 9355-4** Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen (entspricht E DIN EN 894-4)
- DIN EN ISO 13850** Sicherheit von Maschinen - Not-Halt - Gestaltungsleitsätze
- ISO/DIS 1503** Geometrische Orientierung und Bewegungsrichtungen
- VDI/VDE 3850-1** Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen; 2000
- BGI 523**: Mensch und Arbeitsplatz, 2005

Modul 4\_1\_V01

27 von 29

### Stellteilauswahl und -gestaltung

- DIN EN 60447** Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Bedienungsgrundsätze
- DIN EN 61310-1** Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen - Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale
- DIN EN 61310-2** Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen - Anforderungen an die Kennzeichnung
- DIN EN 80416-4** Allgemeine Grundlagen für graphische Symbole auf Einrichtungen - Leitlinien für die Anpassung von graphischen Symbolen für Bildschirme und Displays
- DIN 1410** Werkzeugmaschinen; Bewegungsrichtung und Anordnung der Stellteile
- Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul 4\_1\_V01

28 von 29

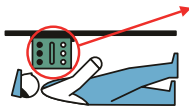


## Literaturverweise

- **BULLINGER, H.-J. (1994):** Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung, Stuttgart: Teubner.
- **BULLINGER, H.-J.; KERN, P.; SOLF, J. J. (1979):** Reibung zwischen Hand und Griff. Dortmund: Verlag für neue Wissenschaften GmbH. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb. 213).
- **BULLINGER, H.-J.; SOLF, J. J. (1979):** Ergonomische Arbeitsmittelgestaltung. Dortmund: Verlag für neue Wissenschaften GmbH. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb. 196-198).
- **GRANDJEAN, E. (1991):** Physiologische Arbeitsgestaltung; Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage Landsberg: Ecomed.
- **KIRCHNER, J.-H.; BAUM E. (1990):** Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. München: Carl Hanser.
- **LINDQVIST, B. (1997):** Ergonomie bei Handwerkzeugen. Helsingborg: ABE Tryk.
- **SCHMAUDER, M.; SOLF, J. J. (1992):** Einfluss der Händigkeit bei der Handhabung von Arbeitsmitteln. Bremerhaven: Wirtschaftsverbag NW Verlag für neue Wissenschaft. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin und Arbeitsschutz Fb. 661).
- **STRASSER, H. (2000):** Ergonomische Qualität handgeführter Arbeitsmittel. Elektromyographische und subjektive Beanspruchungsermittlung. Stuttgart: Ergon Verlag.

## Auswahl und Gestaltung von Anzeigen

### Übersicht

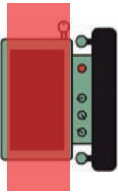


mittelbare und unmittelbare Informationsübertragung

Sinneskanäle und passende Anzeigarten

Informationstypen und passende Anzeigarten

Gestaltung optischer Anzeigen



Modul 4\_2\_V01

1 von 17

## Kennzeichen der Informationsübertragung

### Unmittelbare Informationsübertragung

Direkte Informationsaufnahme durch Sinne

Schnelle Informationsaufnahme bei hoher Informationsdichte

Anwendung ist anzustreben - falls mittelbare Informationsübertragung nicht unumgänglich

### Mittelbare Informationsübertragung

Informationsaufnahme über Anzeigen

Dekodierung der Anzeige erforderlich

Anwendung falls

- Informationsquelle unzugänglich
- Informationen durch menschliche Sinne nicht wahrnehmbar
- Sinne zu ungenau
- Informationsspeicherung

Modul 4\_2\_V01

2 von 17

## Sinneskanäle und Arten von Anzeigen

### Ausgabesysteme

Optische Anzeigen

Analoganzeigen

Digitalanzeigen

Akustische Anzeigen

Taktile Anzeigen

Modul 4\_2\_V01

3 von 17

## Gesichtspunkte für die Auswahl von Anzeigen

### Voraussetzungen für optische Anzeigen

- umfangreiche, komplexe Information
- örtliche und zeitliche, diskrete und kontinuierliche Information
- mehrmals benötigte Information
- vom Beobachter abzurufende Info
- simultan oder sequentiell darzustellende Information
- geeigneter Beobachtungsbereich
- gezielte Nachrichtenübermittlung an einzelnen Beobachter oder an Gruppe
- Platzbedarf im Blickfeld
- hoher Umgebungslärm zulässig

### Voraussetzungen für akustische Anzeigen

- kleine Informationsmenge
- einfache Information
- zeitliche, diskrete Information
- einmalige benötigte Information
- sofort zu beachtende Information
- sequentiell darzustellende Info
- variabler Beobachterstandort
- Informationsübermittlung an Gruppe
- hohe Auffälligkeit
- kein Platzbedarf im Blickfeld
- geringe oder hohe Beleuchtung zulässig

Modul 4\_2\_V01

4 von 17

## Gesichtspunkte für die Auswahl von Anzeigen

Informationstyp	Geeignete visuelle Anzeigen	Geeignete akustische Anzeigen
Binär (zwei Zustände)	Kontrollleuchten	Hupen, einfache Warnöne
Kontinuierlich (metrische Skala)	Zeigerinstrumente	Maschinenfrequenz (Hören der Frequenz)
Diskret (verschiedene feste Zustände)	Alphanumerische Anzeigen	Sirenen, Warnöne, verschiedenartige Geräusche
Komplexe Information	Bildschirmanzeigen (Grafiken, Flussbilder)	Sprache, Klänge und Geräusche (z.B. EKG-Überwachung im Krankenhaushaus)

Quelle: T. Gabiel 2000

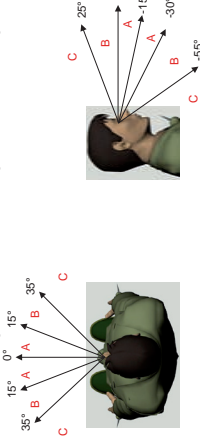
Modul 4\_2\_V01

5 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

Anforderungen an die Erkennbarkeit

- Positionierung: Bereiche A, B, C (Rangfolge) nach DIN EN 894-2:1997-04
- Wichtigkeit: Wichtigste Anzeige im optimalen Blickfeld (Bereich A)
- Warnanzeigen: Blinken oder Verbindung mit akustischer Anzeige



Empfohlene Sehfelder nach DIN EN 894-2:1997-04 für Überwachungsaufgaben

Modul 4\_2\_V01

6 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

### Anforderungen an Identifizierung

- Hohe Bildqualität
- Kontrast mind. 3:1, besser 6:1
- Entspiegelung Abdeckungsglas
- Für Buchstaben und Ziffern einfache, bekannte Formen wählen
- Verwechslung bei nahe aneinander geordneten Anzeigen durch Farbgebung, Gruppierung vermeiden
- verschiedene Arten von Wahrnehmungsaufgaben beachten

Modul 4\_2\_V01

7 von 17

## Geeignete Anzeigen für verschiedene Wahrnehmungsaufgaben

Art der Anzeige	Ablenken eines Merkmalers		Weiter erkennen des Merkmalers		Kombinationen von Merkmalern	
	Empfohlen	Geeignet	Empfohlen	Geeignet	Empfohlen	Geeignet
Dyale Anzeigen 0 1 1 1 2 3 1 1 1						
Anzeige-Anzeigen 90° Skala 270° Skala 180° Skala						
90° Skala 180° Skala						
90° Skala 180° Skala						
Verkehrsskala						
Verkehrsskala						

Quelle: DIN EN 894-2:1997-04

Modul 4\_2\_V01

8 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

### Anforderungen an Identifizierung

- Hohe Bildqualität
- Kontrast mind. 3:1, besser 6:1
- Entspiegelung Abdeckungsglas
- Für Buchstaben und Ziffern einfache, bekannte Formen wählen
- Verwechslung bei nahe aneinander geordneten Anzeigen durch Farbgebung, Gruppierung vermeiden
- verschiedene Arten von Wahrnehmungsaufgaben beachten
- **Gestaltung und Gruppierung nach Kompatibilitätsprinzipien**

Modul 4\_2\_V01

9 von 17

## Kompatibilität

**Kompatibilität** oder Sinnfälligkeit liegt vor, wenn bei der Gestaltung des Handlungs- oder Informationsausgabebereiches von Arbeitsmitteln gewissen Erwartungen des Menschen

- bezüglich einer statischen bzw. räumlichen Zu- und Anordnung der Anzeigen und Stellteile und
- bezüglich der Zuordnung dynamischer Vorgänge an Anzeigen und Stellteilen entsprochen wird.

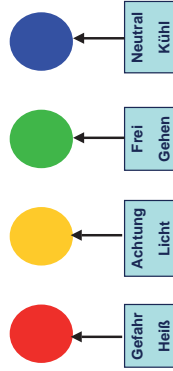
Modul 4\_2\_V01

10 von 17

## Kompatibilität

### Konzeptuelle Kompatibilität

Übereinstimmung der Anzeige- (Stellteil)-Gestaltung mit dem Systembild, das sich ein Benutzer macht



Modul 4\_2\_V01

11 von 17

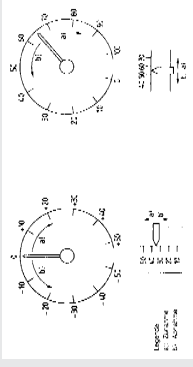
## Kompatibilitätsprinzipien bei Anzeigen

mehrere Anzeigen:  
gleiche Winkelstellung bei Normalzuständen

Anbringen von Anzeigen in gleicher Reihenfolge wie dazugehörige Maschinen/Bedienelemente (von links nach rechts, von oben nach unten)

Anzeige von Zunahme: nach rechts oder nach oben

Anzeige von Abnahme: nach links oder nach unten



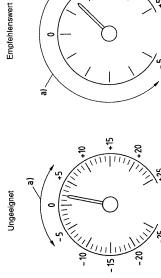
Modul 4\_2\_V01

12 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

### Anforderungen an Interpretation

- Einfachstes mögliches Signal verwenden (zwei Zustände)
- Einfachste mögliche qualitative Information anzeigen
- Dann erst kontinuierliche Anzeigen wählen; möglichst geringe Anzahl an Teilschritten, Unterstützung durch Skalenfärbungen, Bezugsmarken, verstellbare Marken
- Zusammengehörige Anzeigen in Gruppen anordnen



Legende:  
 0: Ungünstiger Bereich

Quelle: Z DIN EN 604-2:1997-04

Modul 4\_2\_V01

13 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

### Normative Bezüge (Arbeitsmaterial)

Modul 4\_2\_V01

15 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen

Quelle 1: **GÖBEL, M. (2000)**: Von der Ergonomie zur ERGONOMIE. Lehnerlagen, Berlin: Technische Universität Berlin.  
 Quelle 2: **DIN EN 894-2:1997-04** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen - Anzeigen

Modul 4\_2\_V01

14 von 17

## Gestaltung optischer Anzeigen

**DIN EN 894-1** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen - Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stelleilen  
**DIN EN 894-2** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen - Anzeigen  
**ISO/DIS 9355-4** Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stelleilen - Lage und Anordnung von Anzeigen und Stelleilen (entspricht E DIN EN 894-4)  
**DIN EN 6047** Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Bedienungsgrundsätze  
**DIN EN 61310-1** Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen - Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastsbare Signale  
**DIN EN 80416-4** Allgemeine Grundlagen für graphische Symbole auf Einrichtungen - Leitlinien für die Anpassung von graphischen Symbolen für Bildschirme und Displays  
**DIN EN ISO 11064-5** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Anzeigen und Stelleile (Entwurf)  
**DIN-Taschenbuch 354** Software-Ergonomie  
 Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

Modul 4\_2\_V01

16 von 17

#### Literaturverweise

- **BULLINGER, H.-J. (1994):** Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung. Stuttgart: Teubner.
- **BULLINGER, H.-J.; SOLF, J. J. (1979):** Ergonomische Arbeitsmittelgestaltung. Dortmund: Verlag für neue Wissenschaften GmbH. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb. 196-198).
- **GOBEL, M. (2000):** Von der Ergonomie zur ERGONOMIE. Lehrunterlagen. Berlin: Technische Universität Berlin.
- **GRANDJEAN, E. (1991):** Physiologische Arbeitsgestaltung. Leitfaden der Ergonomie. 4. Auflage. Landsberg: Ecomed.
- **GREIL, H.; SCHEFFLER, C. (HRSG.) (2001):** Mensch-Technik-Umwelt. Potsdam: Universität Potsdam. (Schriftenreihe des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam, Brandenburgische Umweltberichte 10/2001).
- **KIRCHNER, J.-H.; BAUM E. (1990):** Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter. München: Carl Hanser.
- **LANDAU, K. (HRSG.) (2003):** Arbeitsgestaltung und Ergonomie. Good Practice. Stuttgart: ergonomia Verlag.
- **LAURIG, W. (1992):** Grundzüge der Ergonomie. Erkenntnisse und Prinzipien. 4. Auflage. Berlin: Beuth.



### Beispiele für Skaleneinteilung und Beschriftung

Lineare Skalen	Ungesiegt	Empfehlenswert
	 0 2,5 5 7,5 10	 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	 0 5 10 15 20	 0 5 10 15 20
	 0 4 8 12 16	 0 5 10 15
Nur bei Winkelangaben	 0 30 60 90 120	 0 30 60 90 120

Quelle: 2. DIN EN 894-2:1997-04

### Gestaltung von Bildschirmanzeigen

#### Bildschirmanzeigen geeignet zur Darstellung komplexer Sachverhalte

- Grafiken
- Flussbilder
- Diagramme
- Dialogführung

#### Beachte:

- einfache Erkennbarkeit des Inhaltes
- Vielzahl möglicher Anzeigehalte setzt Interpretierbarkeit voraus
- Auswahlmöglichkeiten der gewünschten Informationen gewähren

### Gestaltung von Bildschirmanzeigen

Gestaltungs-Dimensionen	Büro-Bereich	Industrie-Bereich
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generalisiert</li> <li>▪ Uneinheitlich in Inhalt und Reihenfolge</li> <li>▪ Multi Document Interface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Spezialisiert</li> <li>▪ Einheitlich in Inhalt und Reihenfolge</li> <li>▪ Single Document Interface</li> </ul>
Logische Dialoggestaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nutzergesteuerter Dialog</li> <li>▪ Kaum modale Dialoge</li> <li>▪ Große Menüfelder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ System- und nutzergesteuerter Dialog</li> <li>▪ Teilweise modale Dialoge</li> <li>▪ Geringe Menüfelder</li> </ul>
Grafische Dialoggestaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Undefinierte Layoutbereiche</li> <li>▪ Verdeckung von Informationen (Fensterrechner)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definierte Layoutbereiche</li> <li>▪ Keine Verdeckung von Informationen (Blattmasken-, Fachrechner)</li> </ul>

### Analog- und Digitalanzeigen


#### Verweis auf verwendete Quellen der Abbildungen

- Quelle 1: **SCHMIDTKE, H. (1993): Ergonomie.** 3. Auflage. München: Carl Hanser.  
 Quelle 2: **DIN EN 894-2:1997-04** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Steuerteilen - Anzeigen



**Analog- und Digitalanzeigen**

**Normative Bezüge  
(Arbeitsmaterial)**



9 von 11  
 Modul\_4\_3\_V01

**Analog- und Digitalanzeigen**

**DIN EN 894-1** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Steuerteilen - Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Steuerteilen  
**DIN EN 894-2** Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Steuerteilen - Anzeigen  
**ISO/DIS 9355-4** Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Steerteilen - Lage und Anordnung von Anzeigen und Steerteilen (entspricht E DIN EN 894-4)  
**DIN EN 60447** Grund- und Sicherheitsregeln für die Mensch-Maschine-Schnittstelle, Kennzeichnung – Bedienungsgrundsätze  
**DIN EN 61310-1** Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen - Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale  
**DIN EN 80416-4** Allgemeine Grundlagen für graphische Symbole auf Einrichtungen - Leitlinien für die Anpassung von graphischen Symbolen für Bildschirme und Displays  
**DIN EN ISO 11064-5** Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Anzeigen und Steerteile (Entwurf)  
 Weitere Normen finden Sie unter [www.nora.kan.de](http://www.nora.kan.de).

10 von 11  
 Modul\_4\_3\_V01

**Literaturverweise**

- **BULLINGER, H.-J. (1994):** Ergonomie: Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung, Stuttgart: Teubner.
- **BULLINGER, H.-J.; SOLF, J. (1979):** Ergonomische Arbeitsmittelgestaltung, Dortmund: Verlag für neue Wissenschaften GmbH. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb, 198:199)
- **GÖBEL, M. (2000):** Von der Ärgonomie zur ERGONOMIE. Lehrunterlagen, Berlin: Technische Universität Berlin.
- **GRANDJEAN, E. (1991):** Physiologische Arbeitsgestaltung, Leitfaden der Ergonomie, 4. Auflage Landsberg: Ecomed.
- **GREIL, H.; SCHEFFLER, C. (HRSG.) (2001):** Mensch-Technik-Umwelt. Potsdam: Universität Potsdam. (Schriftenreihe des Zentrums für Umweltwissenschaften der Universität Potsdam, Brandenburgische Umweltberichte 10/2001).
- **KIRCHNER, J.-H.; BAUM, E. (1990):** Ergonomie für Konstrukteure und Arbeitsgestalter, München: Carl Hanser.
- **LANDAU, K. (HRSG.) (2003):** Arbeitsgestaltung und Ergonomie. Good Practice. Stuttgart: ergonomia Verlag.
- **LAURIG, W. (1999):** Grundzüge der Ergonomie. Erkenntnisse und Prinzipien, 4. Auflage, Berlin: Beuth.

11 von 11  
 Modul\_4\_3\_V01

# Beschreibung Modul 5

## Modulbeschreibung

<b>Modulnummer:</b>	<b>Modul 5</b>
<b>Modultitel:</b>	<b>Ziel- und nutzergruppengerechte Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen</b>
<b>Modulverantwortlicher: Entwickler</b>	Westfälische Hochschule Zwickau, Institut für Produktionstechnik, Professur Arbeitswissenschaft TU Dresden, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme Lehrstuhl Arbeitswissenschaft im Auftrag der KAN
<b>Erarbeitet / aktualisiert am</b>	September 2007
<b>Zeitbedarf:</b>	90 Minuten
<b>Lernziele:</b>	Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"><li>– Kennen unterschiedliche Ziel- und Nutzergruppen und die sich daraus ergebenden differenzierten Gestaltungsanforderungen</li><li>– Kennen Ziele und Beurteilungsmethoden zur ergonomischen Qualität von Arbeitssystemen</li><li>– Kennen die Komplexität von Arbeitssystem einschließlich möglicher Auswirkungen separater Gestaltungslösungen</li><li>– Sind in der Lage eine Arbeitssituation schematisch entsprechend des Arbeitssystembegriffs zu strukturieren und daraus Handlungs- und Gestaltungsbedarfe abzuleiten.</li><li>– Sind in der Lage systematisch unter Berücksichtigung vorhandener und bekannter Gestaltungsvorgaben (z.B. Normen) eigene ergonomische Lösungen für Arbeitssystem, Produkte oder einzelne Elemente (Schnittstelle Hand-Maschine) zu erarbeiten</li></ul>

# Beschreibung Modul 5

## Detaillierte Beschreibung der Modulinhalte

<b>Modul 5: Ziel- und nutzergruppengerechte Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen</b>				
<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folienklassifizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verantwortlich</b>
15	Ergonomische und konstruktive Anforderungsmerkmale Zielhierarchie bei der Erfüllung von Anforderungsmerkmalen Arbeitssystembegriff als Strukturierungshilfe	○	Folien	Dozent
10	Komplette Vorstellung des Fallbeispiels durch den Dozent	○	Folien + Arbeitsblatt	Dozent/
5	Strukturierung des Fertigungsinselbeispiels als Arbeitssystem	○	Arbeitsblatt	Teilnehmer
10	Suche und Benennung von Gestaltungsanforderungen	○	Arbeitsblatt	Dozent/ Teilnehmer
20	Methodik Gestalten nach Zielen am Beispiel Fertigungszelle (Sicherheit, Umgebungseinflüsse, Arbeitsumwelt ...)	○	Folien + BGIA Beispiel: Gussputzarbeitsplatz, Arbeitsplatz Nähen	Dozent
15	Methodik Gestalten nach Objekten – Fräszentrum (Objekte und Anforderungsmerkmale – Ableitung von Gestaltungsaufgaben – Schrauber (Hand- und Prozessseite)	Folien: ○ Übung: W	Folien + Film BGIA Beispiel: Gussputzer Schleifen Versandlager Näherin	Dozent/ Teilnehmer
10	Bewertung und Auswahl – Bewertungsmethodik – Wirtschaftlichkeitsbetrachtung – Einhaltung von Gesetzen und Verordnungen durch Anwendung von Normen	Folien: W	Folien mit Verweis auf weitere Medien der BGIA bzw. der Autoren Mensch-Maschine-Schnittstelle, Sicherheitsaspekte Nutzensnachweis	Dozent
5	Usability Gebrauchstauglichkeit am Beispiel einer CNC-Steuerung	Folien: ○	Folien	Dozent

**Modul 5: Ziel- und nutzergruppengerechte Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen**

<b>Dauer (in Min.)</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Folien- klassi- fizierung</b>	<b>Benötigte Materialien</b>	<b>Verant- wortlich</b>
separat ! 11 min oben mit verteilen	Verweis auf Normen, Richtlinien und weiter- führenden Quellen	W	Folie	Dozent

Legende der verwendeten Abkürzungen:

○ – obligatorisch

W – wahlweise

**Modul 5**

## Ziel- und Nutzergruppengerechte Gestaltung von Produkten und Arbeitsplätzen

**Inhalt des Moduls:**

- Konstruktive und ergonomische Gestaltungsanforderungen
- Fallbeispiel
- Arbeitssystembegriff als Strukturierungsansatz
- Anwendung von Ergonomiewissen auf die Gestaltung des Fallbeispiels nach:
  - Zielen
  - Arbeitsmitteln und -plätzen (Objekten)
  - Bewertung und Auswahl von Lösungen

**Extras:**  
**Fallbeispiele mit Filmsequenzen des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz - BGIA**

Modul 5  
1 von 44

**Handlungs- und Gestaltungsebenen der Ergonomie**

Ebene 1	Sicherheitstechnische Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsplatz	Sicherheit
Ebene 2	Produktspezifische ergonomische Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsbedingungen	<b>Produktergonomie</b>
Ebene 3	Anwendungsspezifische ergonomische Analyse und Gestaltung von Arbeitsmitteln und Arbeitsbedingungen	<b>Systemergonomie</b>
Ebene 4	Prozessorientierte ergonomische Analyse und Gestaltung des gesamten Arbeitsprozesses	<b>Prozesseronomie und Produktivität</b>
Ebene 5	Gesamtanalyse und -gestaltung der Arbeitsaufgabe, des Ziels und des Arbeitsprozesses	<b>Produktivität und Innovation</b>

Modul 5  
2 von 44

**Vorstellung Fallbeispiel**

**1 Prüfen**  
 Jede 10. Antriebseinheit wird am benachbarten Prüfarbeitsplatz getestet. Im letzten Arbeitsschritt wird der Deckel aufgesetzt, verschraubt und mit einem Aufkleber versehen. Die fertig gestellte

**2 Gehäuse fräsen**  
 Gussteile werden auf Palette mit Stapler an den Arbeitsplatz gebracht. Teil mit Hand von Palette aufnehmen und auf dem Maschinentisch absetzen. Gehäuse einspannen. Arbeitsraum schließen und Maschinenprogramm starten. Nach abgeschlossener Bearbeitung ist das Gehäuse grob zu säubern, entspannen und zum Montagearbeitsplatz zu tragen, wo das Teil alternativ auf einer Europalette am Boden abzusetzen ist.

**3**  
 Einspielen und Einführen der Programme mit Hilfe der CNC-Steuerung der Fräsmaschine.

Laserschneiden  
Montage

Modul 5  
3 von 44

**Arbeitssysteme – Warum?**

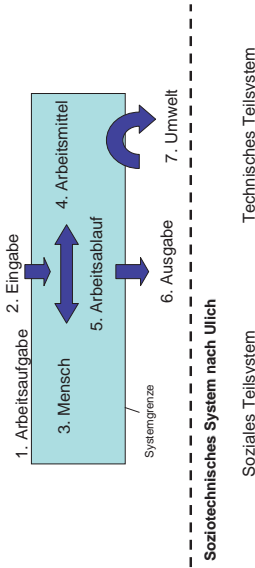
**Warum ?**  
 Maschinen, Produkte und deren Einsatz in Arbeitsbereichen mit unterschiedlichen Personen stellen eine Herausforderung für die analytische Bewertung und optimale Gestaltung dar.  
 Abgegrenzte Systeme unterstützen den Blick auf das Wesentliche, ohne dass grundlegende Einflussfaktoren verloren gehen. Auf einem einheitlichen Abstraktions- bzw. Detaillierungsniveau entsteht eine vollständige Wahrnehmung.

**System - Definition**  
 Ein System ist eine Gesamtheit von Elementen, die sich in gegenseitiger Wechselwirkung befinden und die eine Struktur (Beziehungsgelüge) erkennen lassen. Ein System besteht aus Systemelementen oder Subsystemen. Es wird durch seine Systemgrenzen begrenzt. Jedes einzelne Subsystem hat seinerseits ebenfalls eine Systemgrenze.  
 Arbeitssysteme selbst sind offene sozio-technische Systeme die aus Subsystemen und Elementen bestehen und mit anderen Systemen in Kontakt treten.

Modul 5  
4 von 44

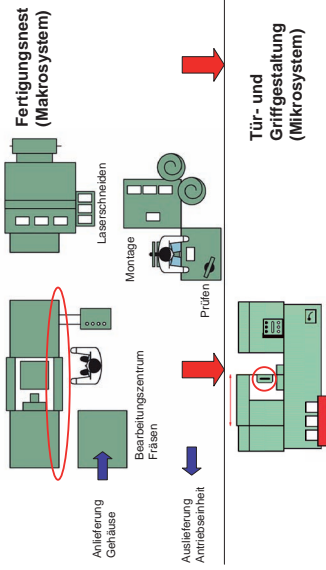
## Auswahl von Arbeitssystembegriffen

### REFA-Arbeitssystem

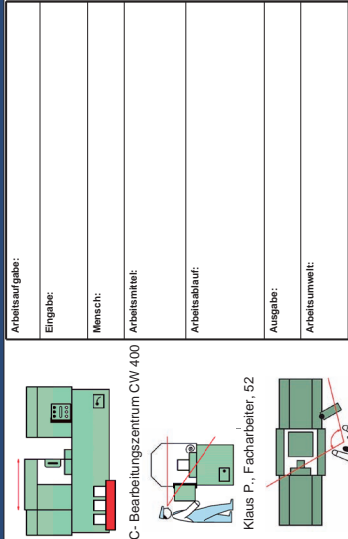


Primäre Aufgabe: Erfüllung der Aufgabe für die das System geplant wurde  
 Sekundäre Aufgabe: Systemerhalt (Wartung, Update, Training, ...)

## Betrachtungsmöglichkeiten für Arbeitssysteme



## Arbeitssystem - Bearbeitungszentrum



## Problemdiskussion

### Worin bestehen mögliche ergonomische Probleme?

- Betätigung der Tür
- Gefahrstoffe (Nebel, Dämpfe) beim Bearbeitungsprozess
- Lärm
- Ausleuchtung Arbeitsraum
- Heben und Tragen der Gehäuse
- Sichtgeometrie
  - Blickwechsel Bearbeitungsraum – Steuerung
  - Sichtbehinderung
- Greifräume
- Zugangsbehinderung
- Körpergrößen

## Gestaltung nach Zielen

Im Mittelpunkt des Gestaltungsansatzes stehen ausgewählte ergonomische Schwerpunkte, wie:

- Sicherheit
- Optimierung der Arbeitshaltung zur Vermeidung ungünstiger Körperhaltungen
- Anpassung des Greif- und Bewegungsraumes für die Nutzergruppe
- Belastungsreduktion durch Arbeitsumweltfaktoren, wie Schadstoffe, Lärm, Klimabelastung, Beleuchtung usw.
- Reduktion körperlicher Belastungen durch schweres Heben und Tragen
- Optimierung des Kräfteinsatzes für den Mitarbeiter
- Effizienz der Arbeitsausführung
- ...

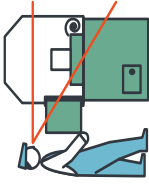
Modul 5

9 von 44

## Beispiel Reinigung Bearbeitungsraum

### Arbeitsaufgabe:

Während des Bearbeitungsprozesses entstehen lange Metallspäne, die beim Wechseln der Teile zu entfernen sind. Der Teilwechsel findet ca. 80 mal pro Schicht statt.



Die Tiefe des Bearbeitungsraumes beträgt bis zu 1,80 m.

Der Arbeitstisch befindet sich in 1,10 m Höhe, während sich die Wanne des Bearbeitungsraumes 70 cm über dem Hallenboden befindet.



Modul 5

10 von 44

## 1 Festlegung ergonomischer Anforderungen

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

- a) Festlegung relevanter ergonomischer Bewertungskriterien
  - Erreichbarkeit
  - Körperhaltung
  - Verletzungsgefahr vermeiden
- b) Sammeln von Erfahrungen bei bestehenden Maschinen
  - **Schragen** zum Abrutschen der Späne, **Haken** zum Entfernen, **Zugang** zum Bearbeitungsraum von mehreren Seiten
- c) Beschreibung der Eigenschaften des erwarteten Bedienpersonals
  - **Facharbeiter** mit entsprechendem Problembewusstsein
- d) Risikobewertung
  - **Gering** – Gefahr von Schnittverletzungen und Belastung der Rücken- bzw. Armmuskulatur durch statische Haltearbeit

Modul 5

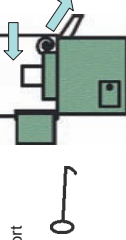
11 von 44

## 2 Ausarbeitung des Vorentwurfes

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

Lösungsmöglichkeiten:

- Maschinenzugang von der Rückseite
- Automatischer Späne-transport
- Verwendung eines Spannhakens



Bewertung + Auswahl:

Änderung Maschine	Belastungsreduktion	Effektivität	Kosten
zweiter Zugang Maschine	+	-	-
Automatischer Späne-transport	++	+	--
<b>Haken</b>	+	+	++

Modul 5

12 von 44

### 3 Arbeitsaufgabe und Schnittstellen spezifizieren

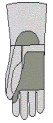
Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 6141:2006-07

#### Spezifizierung Spannhaken

##### Griffvarianten



##### Arbeit mit Handschuh



##### Auswahl Griff (b) Verletzungsgefahr vorbeugen

- Handschutz
- Variable Greifmöglichkeit
- Halten mit Fingerschluss
- Optimierungsmöglichkeit durch besser Griffkonturen, wie stärken Griffquerschnitt

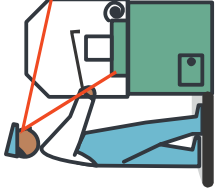
Modul 5

13 von 44

### 4 Einsatz

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 6141:2006-07

- Einsehbarkeit und Erreichbarkeit ohne ungünstige Körperhaltungen?
- Podest sinnvoll?
- Zusätzlichen Belastungen und/oder Gefährdungen durch den Standort des Spänebehälters?
- Die Belastung durch das Handhaben des Hakens (Haltearbeit, Häufigkeit des Einsatzes, Ermüdung usw.)?
- Mögliche Folgeschäden durch Hakeneinsatz (z.B. Verhakten im Spannutter...)?
- Hilfen für Erreichbarkeit



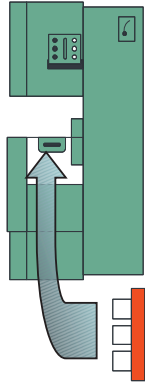
Modul 5

14 von 44

### Beispiel Teilbereitstellung

#### Arbeitsaufgabe:

Metallgehäuse (350 mm x 200 mm x 200 mm, 4 kg) werden zur weiteren Bearbeitung auf Paletten angeleiert. Pro Schicht sind 80 dieser Gehäuse auf den Maschinenisch zu heben und nach der Bearbeitung zum Montageplatz zu bringen (Entfernung 3 m). Der Massmittelpunkt des Gehäuses muss 60 cm tief in die Maschine gehoben werden. Die Positionen auf der Palette sind wechselnd. Die maximale Greifweite beträgt ebenfalls 60 cm.



Modul 5

15 von 44

### 1 Festlegung ergonomischer Anforderungen

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 6141:2006-07

- Zielkriterien:**
  - Schwere der körperlichen Arbeit verringern
  - Vermeiden des Hebens und Tragens von Lasten
  - Verringerung der Wirbelsäulenbelastung
  - Effizienz der Arbeitsausführung
- Sammeln von Erfahrungen bei bestehenden Maschinen**
  - Einsatz von Transportwagen
  - Stuhle/Trolle/bedienung
- Beschreibung der Eigenschaften des erwarteten Bedienpersonals**
  - Männer und Frauen 5.-95. Perzentil
- Risikoaburteilung**
  - Bei dauerhafter Ausführung sind Schäden am Muskel- Skelettsystem und schnelle Ermüdung durch Herz-Kreislaufbelastung möglich

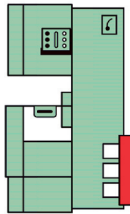
Modul 5

16 von 44



## 1 Beurteilung der Ausgangssituation

- Gewicht: 4 kg
- Abmessungen: 350 x 200 x 200 mm,
- Griffentfernung: 60 cm + 10 cm Gehäuseteile
- Hubdauer: 3 sek./Hub
- Hubzahl: 80/ Schicht
- Ausgangshöhe: 15 cm
- Endhöhe: 110 cm



**Verfahrensawahl:**  
Beurteilung nach DIN EN 1005-2:2003-09 – Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen.

Ergebnis: **Tätigkeit ist nicht zulässig !!!**

**Schlussfolgerung aus dem Bewertungsverfahren:**  
**Aufnahme- und Einlegezeit verringern (maximal 60 cm) und Verringerung der zu überwindenden Höhendifferenz.**

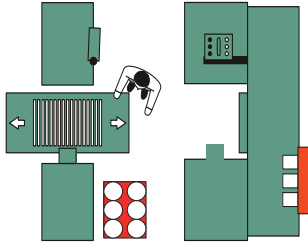
Modul 5

17.von.44

## 2 Ausarbeitung des Vorentwurfes

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

A



### Werkstückspannung auf Schiebetrisch

- Vorteile:**
- Kürzere Strecke zwischen Aufnahme- und Abstellpunkt
  - Beugen in den Maschinenraum entfällt
  - Bessere maßliche Anpassung für alle Perzentile durch die Möglichkeit um den Tisch zu gehen.

### Nachteile:

- Höherer technischer Aufwand mit entsprechenden Kosten
- Größere Stellfläche der Maschine
- Ggf. Behinderung im Bewegungsraum durch vorstehenden Tisch.

Modul 5

18.von.44

## 2 Ausarbeitung des Vorentwurfes

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

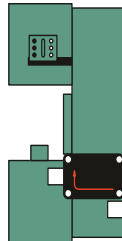
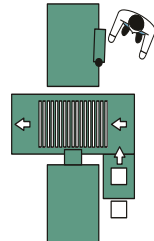
A+

### Werkstückspannung auf Schiebetrisch mit automatischer Teilezuführung

- Vorteile:**
- Kein Heben und Tragen von Teilen
  - Arbeitsinhalte konzentrieren sich auf das Einrichten und Überwachen
  - Kapazitätsgewinn für andere Aufgaben bzw. Personaleinsparung

### Nachteile:

- Weitere Steigerung des technischen Aufwands mit entsprechenden Kosten
- Ggf. Einbußen der Flexibilität der Anlage (z.B. Aufwendiges Umrüsten von Aufnahmen usw.)
- Größere Stellfläche der Maschine
- Ggf. Behinderung im Bewegungsraum durch vorstehenden Tisch.



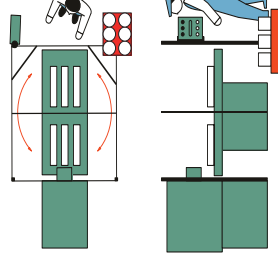
Modul 5

19.von.44

## 2 Ausarbeitung des Vorentwurfes

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

D



### Werkstückspannung auf Drehtisch

- Vorteile:**
- Kürzere Strecke zwischen Aufnahme- und Abstellpunkt
  - Teilweise bessere maßliche Anpassung für alle Perzentile durch die Möglichkeit näher an den Tisch zu gehen.
  - Paralleles Spannen und Bearbeiten
  - Verringerter Zeitdruck für den Mitarbeiter

### Nachteile:

- Höherer technischer Aufwand mit entsprechenden Kosten
- Größere Stellfläche der Maschine

Modul 5

20.von.44

## 2 Ergänzung zum Vorentwurf

### Alternative Bereitstellmöglichkeiten Entwurf von entsprechender Ausrüstung

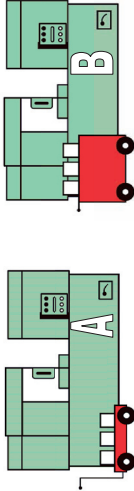
Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

Alternative Gestaltungslösungen sind durch den Einsatz von Transportwagen möglich

Vorteil: Geringere Belastung beim Schieben statt Tragen der Teile, Verringerung der Belastungsfrequenz, da der Wagen als Puffer dient.

Nachteil: Ggf. entsteht zusätzlicher Bedarf an Stellflächen

Variante A hat einen tieferen Schwerpunkt – vorteilhaft für den Transport, während bei B die zu überwindende Höhe geringer ist.



Modul 5

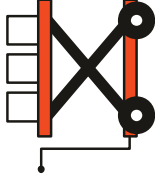
21 von 44

## 3 Arbeitsaufgabe und Schnittstellen spezifizieren

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

### Detaillierung von Zusatzausrüstung:

- Arretieren der Räder bei Hebe- und Trageaktivitäten
- Breite des Wagens anpassen, so dass nur zwei Reihen von Gehäusen auf dem Wagen aufgesetzt werden können.
- Ggf. Höhenverstellung
- Größe der Räder
- Griffgestaltung
- Festlegung der maximalen Zahl von Gehäusen je Wagen
- Unterverweisung der Wagenutzer

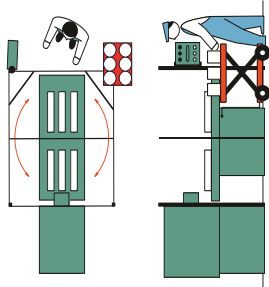


Modul 5

22 von 44

## 4 Bewertung der Maschine im Gebrauch

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07



### Auswahl der Anlage mit Werkstückspannung auf Drehtisch

Weil das System höchste Ausbringung durch paralleles Spannen und Bearbeiten bei gleichzeitiger Flexibilität ermöglicht. Gleichzeitig konnte durch den Scherenhubwagen die Belastung der Mitarbeiter reduziert werden.

Siehe auch [Nutzensbeispiel aus Modul 1](#)

Modul 5

23 von 44

## 4 Bewertung der Maschine im Gebrauch

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

### Beispiel

#### Interviewleitfaden für eine repräsentative Nutzergruppe,

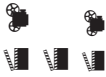
z.B.:

- Entstehen Beschwerden beim Spannvorgang?
  - Was fällt besonders schwer?
- Werden Verstellmöglichkeiten genutzt? Wenn nein warum?
- Entstehen Schwierigkeiten an den Händen?
- Ist das Fahrverhalten des Wagens stabil?
  - Behindert oder gefährdet die Bewegung des Spanntisches die Mitarbeiter
  - Liegt einen Kosten-Nutzenrechnung/ Nutzwertanalyse der Alternativen vor
  - ....
- Befragung der Nutzer und Analyse des Spanns von Baugruppen am Fräszentrum durch Beobachtung

Modul 5

24 von 44

## BGA - Fallbeispiele



[Fallbeispiel 1 Gussputzer](#)

[Fallbeispiel 2 Versandlager](#)

[Fallbeispiel 3 Nährarbeitsplatz](#)

Modul 5

25 von 44

Ergonomische Optimierung für komplette:

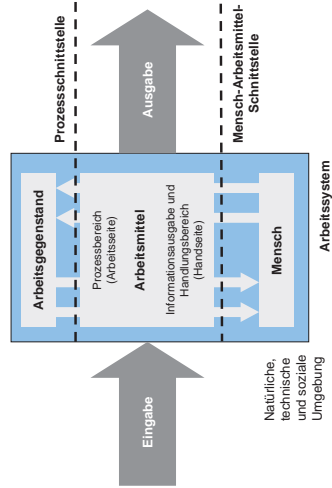
- Maschinen
- Arbeitsplätze
- Geräte
- Stellteile
- Anzeigen

Im Unterschied zur zielorientierten Optimierung steht das Objekt als Ganzes im Mittelpunkt der Gestaltung. Einerseits sind gegensätzliche und sich gegenseitig beeinflussende Ziele zu berücksichtigen. Andererseits muss eine Rangfolge dieser Gestaltungsziele aufgestellt werden.

Modul 5

26 von 44

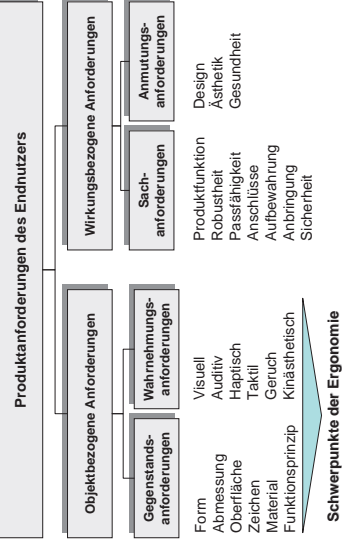
## Arbeitsmittel im Fokus des Arbeitssystems



Modul 5

27 von 44

## Erweiterte Produktanforderungen des Endnutzers



Modul 5

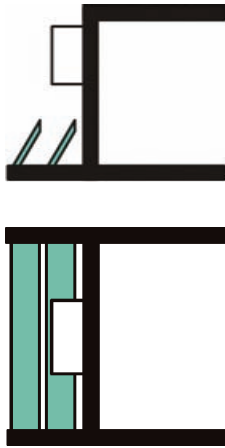
28 von 44

## Gestaltungsaufgabe

Auswahl/ Gestaltung des Werkzeuges zur Verschraubung der Baugruppen und des Gehäusedeckels. Kapazität = 80 Gehäuse/ Tag

Umfang:

- 4 Schrauben je Motor
- 6 Schrauben je Deckel



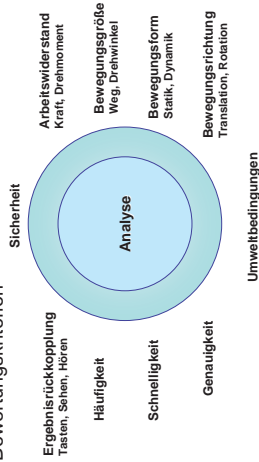
Modul 5

29 von 44

## 1 Festlegung ergonomischer Anforderungen

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

### Auswahl relevanter ergonomischer Gestaltungs- und Bewertungskriterien



Modul 5

30 von 44

## 2 Ausarbeitung des Vorentwurfes

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

Technische Lösungsmöglichkeiten:



	A	B	C	
<b>Pneumatischer Schrauber A</b>	+			Kosten
<b>Akku-Schrauber B</b>	-	- -		Geschwindigkeit
<b>Handschraubendreher C</b>	0	0	- -	Belastung Hand
				Kosten

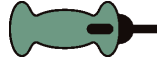
Modul 5

31 von 44

## 3 Arbeitsaufgabe und Schnittstellen spezifizieren

Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07

- Durchmesser des Griffstücks
- Ballige Ausführung des Griffes
- Gestaltung der Oberfläche
- Verwendung von rutschfestem Material
- Exakte Einstellung des Balancers
- Kabelführung
- Kraftbegrenzung



- Eignung des Schraubenkopfes für automatisches Schrauben



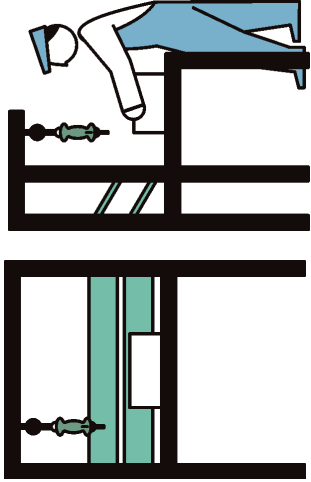
Modul 5

32 von 44

**4 Einsatz**

Prüfung der Gestaltungslösung


Gestaltungsprozess  
nach DIN EN 614-1:2006-07



Modul 5

33 von 44

**Praxisbeispiel durch Institut für Arbeitsschutz der DGUV**



[Fallbeispiel 4: Stahlbau](#)

[Fallbeispiel 5: Ergonomische Maschinenanstellung](#)

[Fallbeispiel 6: Manipulation an Maschinen](#)

[Fallbeispiel 7: Mensch-Maschine-Schnittstelle](#)

Modul 5

34 von 44

**Usability**

**Usability = Gebrauchstauglichkeit:**

„Das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen.“

nach DIN EN ISO 9241-11:1999-01

Modul 5

35 von 44

**Ziele von Usability Tests**

- Bewertung der Bedienbarkeit
- Aufdeckung von Schwachstellen / Systemfehlern
- Vergleich von Prototypen
- Vergleich mit anderen Systemen
- Sammeln von Verbesserungsvorschlägen
- Messung der Akzeptanz
- Grundlage für Design Style Guides

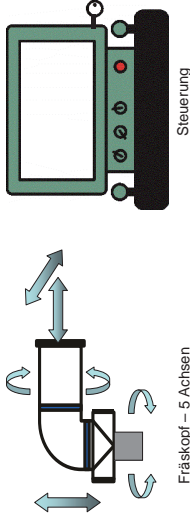
Modul 5

36 von 44

### Problem

#### Steuerung Bearbeitungszentrum:

Wie lassen sich die Bewegungsmöglichkeiten des Fräskopfes in der Steuerungsschnittstelle entsprechend den Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit darstellen?



Modul 5

37 von 44

### Analyse vorhandener Steuerungen - Beispiele



Modul 5

38 von 44

### Bildung von Nutzergruppen

Die Bewertung des **Usability** hängt in hohem Maß von der jeweiligen Nutzergruppe ab, da diese unterschiedliche Anforderungen an eine Benutzerschnittstelle haben.

#### Beispiele:

- Alter – unterschiedliche Lebenserfahrung mit Bedienkonzepten
- Sozialisation – unterschiedliche Denk- und Handlungsweisen
- Nationalität – Interpretation von Bedienlogik, Farben und Zeichen nach dem entsprechendem Verständnis
- Ausbildung – Unterschiedliche Nutzung und Leistungsansprüche bei differenzierten Aufgabenmängeln.

Modul 5

39 von 44

### Gebrauchstauglichkeit von Steuerungskonzepten

#### Auswahl von Maßnahmen:

- Analyse der Arbeitsaufgaben und spezifischen Anforderungen an die Steuerung
  - Werden komplette Programme an der Steuerung erstellt?
  - Wie hoch sind die Aufwände beim Einfahren? Gibt es eine komplette Optimierung?
  - Werden nur kleinere Korrekturen von Schrittwerten vorgenommen?
  - Reduziert sich die Tätigkeit auf das Wechseln der Werkzeuge und Starten der Programmroutine?
- Bewertung von Mitarbeitern (Maschinenbedienung)
  - Bewertung der Arbeitsergebnisse (Menge, Zeit, Qualität, Fehlerhäufigkeit)
  - Beobachtung
  - Marktspiegel und Produktkataloge

Modul 5

40 von 44

Entwurf

Konzeptentwicklung unter Beteiligung der künftigen Nutzer

Modul 5  
41 von 44

Test der Steuerung

Analysekonzept:

1. Was soll analysiert werden?  
(Fehlerhäufigkeit, Geschwindigkeit von Operationen, psychische Belastung, Kompatibilität der Anordnung von Anzeigen und Stellteilen ...)
2. Wie soll analysiert werden?  
(Reale Arbeitssituation mit Prototyp, Simulation der Bedienoberfläche ...)
3. Durchführung der Analyse und Ermittlung von Daten
4. Auswertung und Optimierung
5. Normalbetrieb (+Beobachtung)

Modul 5  
42 von 44

Zusammenfassung

- Ergonomie beinhaltet die Gestaltung von Produkten, Produktdetails, von Arbeitsplätzen und komplexen Arbeitssystemen nach Kriterien, welche durch die Leistungsvoraussetzungen des Menschen bestimmt werden.
- Es gibt keine optimale Gestaltung, die allen potenziellen Nutzern und für ein Produkt denkbaren Aufgaben gleichermaßen gerecht wird.
- Grundlage einer ergonomischen Gestaltung ist stets die genaue Analyse der Arbeitsaufgabe, die Bestimmung der Nutzergruppe mit ihren individuellen Leistungsvoraussetzungen und die Festlegung der Arbeitsstellung zwischen Mensch und Maschine.
- Situationsbezogen sind geeignete Bewertungskriterien zu entwickeln, welche die ergonomische Qualität sichern.

Modul 5  
43 von 44

Impressum

**Diese Lehrunterlage wurde 2008 im Auftrag der KAN - Kommission für Arbeitsschutznormung erarbeitet.**

**Ziel der Entwicklungsarbeit war es, Dozenten der Konstruktionslehre eine Unterlage zur Vermittlung der grundlegenden ergonomischen Aspekte bei der Gestaltung von Maschinen und Produkten zur Verfügung zu stellen.**

Kommission Arbeitsschutz und Normung (KAN) Alte Heersr. 111 53767 Sankt Augustin Deutschland Ansprechpartner: Dr. Anja Vormberg	FTZ - Forschungs- und Transferzentrum der Westfälischen Hochschule Zwickau e. V. Dr.-Friedrichsing 2a 08056 Zwickau Ansprechpartner: Prof. Torsten Merkel
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme der Technischen Universität Dresden Lehrstuhl Arbeitswissenschaft 01062 Dresden Ansprechpartner: Prof. Martin Schmauder	

Modul 5  
KAN-Stufe 40 - Entwicklung von Lehrmodulen für die Berücksichtigung ergonomischer Aspekte in der Ausbildung von Konstrukteuren  
44 von 44





